



(43) 国際公開日  
2001 年 3 月 8 日 (08.03.2001)

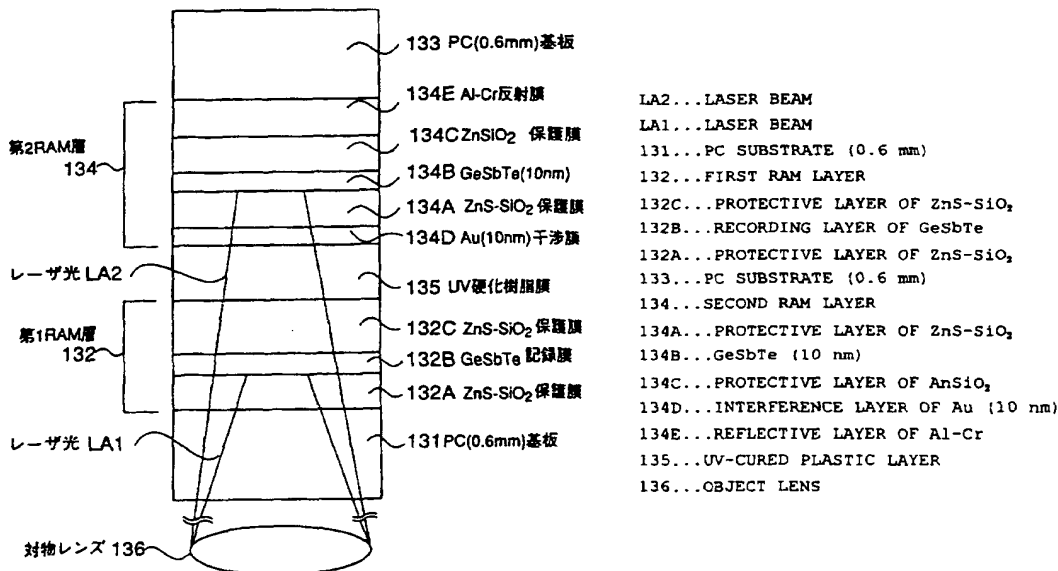
## PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/16947 A1

- |                             |   |                          |  |
|-----------------------------|---|--------------------------|--|
| (51) 国際特許分類 <sup>7)</sup> : | G11B 7/004, 7/24, 7/135   | (72) 発明者; および            |  |
| (21) 国際出願番号:                | PCT/JP00/05932  | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): | 鈴木 克己 (SUZUKI, Katsumi) [JP/JP]; 〒182-0034 東京都調布市下石原1丁目24-1 Tokyo (JP). 吉澤 隆 (YOSHIZAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒250-0021 神奈川県小田原市早川2丁目3-7 Kanagawa (JP). |
| (22) 国際出願日:                 | 2000 年 8 月 31 日 (31.08.2000)  | (74) 代理人:                | 鈴木 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内外国特許法律事務所内 Tokyo (JP).  |
| (25) 国際出願の言語:               | 日本語   | (81) 指定国 (国内):           | JP, KR, US.  |
| (26) 国際公開の言語:               | 日本語   | 添付公開書類:                  |  |
| (30) 優先権データ:                |   | — 国際調査報告書                |  |
|                             | 特願平11/246577 1999 年 8 月 31 日 (31.08.1999) JP  |                          |  |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): | 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒210-8572 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa (JP). |                          | 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。   |

(54) Title: OPTICAL DISK, AND METHOD AND APPARATUS FOR READING DATA FROM OPTICAL DISK

(54) 発明の名称: 光ディスク、この光ディスクからデータを再生する再生方法及びその再生装置



**(57) Abstract:** An optical disk includes a transparent substrate having a thickness in the range of 0.2 to 0.4 mm. The transparent substrate transmits a beam of light in the wavelength range of 400 to 420 nm. An object lens having a numerical aperture of 0.60 to 0.75 is provided to converge a beam of light.

[続葉有]



---

(57) 要約:

光ディスクは、透明基板の厚みが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲から選定され、透明基板を透過する光ビームの波長が 400 ~ 420 nm の範囲から選定され、光ビームを収束させるための対物レンズの開口数は、0.60 ~ 0.75 の範囲から選定されている。

## 明 細 書

光ディスク、この光ディスクからデータを再生する再生方法及びその再生装置

### 技術分野

この発明は、光ディスク、この光ディスクからデータを再生する再生方法及びその再生装置に係り、特に、データをより高密度に記録する為に最適化された光ディスクの改良並びにこの光ディスクからデータを再生する再生方法及びその再生装置に関する。

また、この発明は、記録、消去並びに再生可能な相変化型の層がその片面に２層設けられている光ディスク（以下単に、片面２層の相変化型光ディスクと称する。）及びその再生方法及びその再生装置に係り、特に、光ビームの照射により非晶質と結晶との間で可逆的に相変化される記録及び消去が可能な相変化型の層がその片面に２層設けられている相変化型光ディスクであって、所定の厚さの接着層を介してその２層が接合され、その片側からレーザビームがそれぞれの層に集光されてデータの記録、消去並びに再生が可能な片面２層の相変化型光ディスクに対する高密度化の改良並びにその再生装置及び再生方法の改良に関する。

### 背景技術

近年、大容量メモリとして光ディスクが注目され、約２時間の動画再生を可能とした高密度の光ディスクであるDVD (Digital Versatile Disk) が現実実用化されている。しかしながら、現状の光ディスクよりもより記録密度が高密度化さ

## 2

れ、記憶容量の大きな光ディスクの要請も強く、これを実現するための各種の要素技術の開発が求められている。ところで、高密度化を実現するには、例えば、ディスクにあらかじめ記録された、より小さなピットを、より微小な集光スポットを用いて再生することが有効であることが知られている。また、よく知られているように、集光スポットのサイズは、光源のレーザ光の波長に比例し、対物レンズの開口数 (N A: Numerical Aperture) に反比例する。波長に関しては、光ディスクの初期製品であるコンパクトディスクでは、波長 780 ~ 830 nm のレーザビームが用いられているが、現在では、半導体レーザとして赤色域に属する波長 685 ~ 635 nm のレーザビームを発生するものが実用化されている。さらに、波長 400 ~ 420 nm といった青色の波長域に属する半導体レーザの開発が進み、ほぼ実用化の段階まで達している。一方、対物レンズの開口数を大きくする技術検討もなされており、例えば、INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OPTICAL MEMORY AND OPTICAL DATA STORAGE (1996 年) の予稿集中の OFA2-1 (p345~347) に開示されているように、2 つのレンズを用いて対物レンズを構成し、0.85 ~ 0.90 とした高い開口数を実現する方法等の提案がある。

また、光ディスクには、CD に代表される再生専用型、CD-R に代表される 1 回だけ書き込み可能な追記型、コンピュータの外付けメモリに代表される再生、記録並びに消去が可能な書き換え型の 3 種類のディスクに大別される。更に、書き換え可能なディスクは、その再生、記録並びに消去の

## 3

方式が異なる光磁気ディスク及び相変化ディスクに大別される。相変化型光ディスクは、レーザビームが照射されることにより、非晶質と結晶との間で可逆的に相変化される記録膜が用いられる。このようなディスクでは、レーザビームの照射によって記録マーク（非晶質状態）とバックグラウンド（結晶状態）とが形成されることによってデータが記録される。また、記録マーク（非晶質状態）とバックグラウンド（結晶状態）とは、反射率が相違し、その反射率の差が検出されることによってデータが再生される。記録膜上のレーザが照射された部分が非晶質（マーク）になるか、或いは、結晶（消去状態）になるかは、照射された部分の温度が膜を構成する材料の融点を越えるか、或いは、結晶化温度を越えるかに依存している。従って、その融点温度及び結晶化温度との間のある基準温度及び結晶化温度以上のある基準温度との間で強度変調されたレーザビームが発生され、そのレーザビームでその記録膜を走査することによって、オーバーライト、即ち、消去と同時に記録を実行することが可能である。

このような光ディスクの記録密度を高めるためには、既に説明したレーザ波長の短波長化によって集光スポット径の小径化が図られ、また、ランド・グループ記録方式（L/G記録方式）が採用されている。従来の光ディスクでは、溝（グループ）の内の記録膜にのみ、又は、ランドと称せられる溝間の土手のみにデータが記録されているが、ランド・グループ記録方式においては、溝と土手の両方にデータが記録されている。即ち、レーザビームが溝を走査している場合には、

その土手に記録されたマークが光学的に見えないように、また、土手を走査している場合には、溝に書かれた記録マークが光学的に見えないように溝深さが光学的に定められて両者にデータが安定的に記録される方式が採用されている。

既に説明したように、CDディスクが製品化の当時は、光学ヘッドの搭載された半導体レーザの波長は780nmに定められ、対物レンズのNA(ニューメリカル・アパーチャ)は、0.45に定められ、CDディスクの厚みは、1.2mmに設定されていたが、近年のDVDディスクの登場により、これらのパラメータは、以下のように定められている。DVDのドライブ装置では、光学ヘッドの半導体レーザ波長は、650nmに定められ、対物レンズのニューメリカル・アパーチャNAは、0.6に定められ、DVDディスクの基板厚は、0.6mmに定められている。

CDからDVDへの変遷の時にこれらのパラメータが一気に変更になった理由は、CDディスクの既存のパラメータを変えない限り、これ以上の記録密度の高密度化が不可能であるとの理由からである。即ち、光学ヘッドの集光スポット径は、一般に良く知られているように、レーザの波長を $\lambda$ 、レンズのニューメリカル・アパーチャをNAとした時、 $\lambda/NA$ に比例する。従って、スポット径をより小さくするには、波長をより短く、NAをできるだけ大きくするのが常套手段である。この時ディスク基板の厚さを $t$ とすると、 $t(NA)^3/\lambda$ に比例するコマ収差を小さく設定するように配慮される。即ち、高密度でデータが記録されるためには、上述

のごとく  $NA$  を大きく、 $\lambda$  を短く設定すれば良いが、反面、コマ収差は大きくなってしまうため、これを打ち消すために基板厚が薄くなるような構造が採用される。

最近には既にポストDVDとして、半導体レーザの波長は、410nm 付近の青色波長、 $NA$  もできるだけ大きくとって、その分レーザを入射する側の基板厚を薄くする試みが種々提案されている。その一例が、410nm の波長で、 $NA$  を0.85に設定した光学ヘッドを用いて、0.1mm のカバー層側からレーザを入射させて記録するというものがある。ここで、基板厚を0.1mmと言わずに、カバー層と表現したのは、0.1mmでは、機械的な（物理的な）剛性が得られないため、通常120mm径のディスクに対して機械精度を維持することができないので、通常は、ダミー基板を用いて、これでディスクの機械的な剛性を維持して、このダミー基板の表面に0.1mmのカバー層を塗布または、貼り合わせて、基板側からでなく、カバー層の側からレーザを照射することで、高密度記録を達成するものである。

こういった状況の中で、半導体レーザの波長は、赤色（波長650nm）のままで、記録密度も規格化されつつある片面4.7GBのDVD-RAMとほとんど同じままで、片面からの記録再生のオンライン容量のみを大きくしようという試みがなされている。ISOM '98 (International Symposium on Optical Memory 1998 October 20~22)、Th-N-05「Rewritable Dual Layer Phase-Change Optical Disk」では、以下に説明するような、レーザ照射による片面からの記録再生が可能な相

## 6

変化型の２層ディスク（以下、簡略して片面２層 RAM ディスクと記す。）が提案されている。

図１には、上記論文に記載されている片面２層の RAM ディスクの構造が概略的に示されている。片面２層の RAM ディスクは、簡単に説明すれば、ポリカーボネート（PC）基板 1 3 1 上に第１ RAM 層 1 3 2 が設けられ、他の PC 基板上 1 3 3 に第２ RAM 層 1 3 4 が設けられ、これらが 40  $\mu$ m 厚の UV 硬化樹脂膜 1 3 5 で貼り合わされた構造に形成されている。第１ RAM 層 1 3 2 は、PC 基板側から ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 1 3 2 A、GeSbTe 記録層 1 3 2 B 及び ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 1 3 2 C の膜が積層された構造に形成されている。第２ RAM 層 1 3 4 は、UV 硬化膜 1 3 5 の側から、Au 干渉膜 1 3 4 D、ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 1 3 4 A、GeSbTe 記録膜 1 3 4 B、ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 1 3 4 C、Al-Cr 反射膜 1 3 4 E の膜が積層された構造に形成されている。

レーザービームを集光する対物レンズ 1 3 6 は、フォーカサー回路（図示せず）により制御され、この対物レンズ 1 3 6 によって、第１ RAM 層 1 3 2 の記録膜 1 3 2 B に向けて焦点が合わせられる第１フォーカス状態のレーザービーム L A 1 及び第２ RAM 層 1 3 4 の記録膜 1 3 4 B に焦点が合わせられる第２フォーカス状態のレーザービーム L A 2 のいずれかに切り替えられ、対応するフォーカス状態で各記録膜 1 3 2 B、1 3 4 B からデータの記録再生がなされる。本来、各層の記録容量を、規格化されている 4.7 GB / 面とすれば、２面の合計で、片面 9.4 GB / 片面となるが、第１ RAM



層 1 3 2 と第 2 RAM 層 1 3 4 の光学干渉によるクロストークを考慮して、若干記録密度を下げて各層の記録容量は、4.25GB にまで減らされ、2 層の合計で 8.5GB に定められている。

次に、ISOM '98 (International Symposium on Optical Memory 1998 October 20~22)、Th-N-05「Rewritable Dual Layer Phase-Change Optical Disk」の論文で説明されている片面 2 層 RAM ディスクの光学設計の手法について説明する。まず、基本設計思想であるが、対物レンズ 1 3 6 で集光されたレーザビーム LA 2 が第 2 RAM 層 1 3 4 にも届くためには、第 1 RAM 層 1 3 2 は、全体として高透過率でなければならない。第 2 RAM 層 1 3 4 は、第 1 RAM 層 1 3 2 を透過した弱いレーザビームでも記録／再生が可能である必要があるため、記録に対しては、層全体として高感度であり、再生に対しては、レーザビームに対して高反射率である必要がある。

また、信号処理上、第 1 RAM 層 1 3 2 と第 2 RAM 層 1 3 4 とからの再生信号は、略同レベルである必要がある。ここで、この再生信号の大きさは、記録マーク（非晶質部分）とその回りの消去部分（結晶部分）との反射率の差（以下、反射率変化量と称する。）で表される。

第 1 RAM 層 1 3 2 の反射率を  $r_1$ 、透過率を  $t_1$ 、第 2 RAM 層 1 3 4 の反射率を  $r_2$  とすると、第 1 RAM 層からの反射率変化量は、 $\Delta R1 = \Delta r_1$  である。但し、 $\Delta r_1$  は、第 1 RAM 層そのものにおける反射率変化量である。第 2 RAM

層からの反射率変化量は、入射光が第1 RAM 層を透過してから第2 RAM 層で反射され、再度第1 RAM 層 1 3 2 を透過されることから、第2 RAM 層 1 3 4 からの反射率変化 $\Delta r_2$ に、第1 RAM 層 1 3 2 の透過率を2回乗じた値となる。従って第2 RAM 層からの絶対反射率変化量 $\Delta R_2$ は、 $\Delta R_2 = \Delta r_2 \times t_1 \times t_1$ となる。ここで、上述したように第1 RAM 層 1 3 2 からの再生信号の大きさと第2 RAM 層 1 3 4 からの再生信号の大きさは、信号処理上ほぼ同一レベルにする必要があり、 $\Delta R_1 = \Delta R_2$ であることが必要とされた。

次に各パラメータを定義する。第1 RAM 層の結晶の反射率を $r_{1c}$ 、吸収率を $\alpha_{1c}$ 、透過率を $t_{1c}$ 、非晶質の反射率を $r_{1a}$ 、吸収率を $\alpha_{1a}$ 、透過率 $t_{1a}$ とする。ここで、 $r_{1c} + \alpha_{1c} + t_{1c} = 100$ 、 $r_{1a} + \alpha_{1a} + t_{1a} = 100$ である。

上記論文では、まず第1 RAM 層 1 3 2 が未記録（結晶状態）の状態であっても電氣的にサーボがかかるように反射率 $r_{1c}$ を9%に設定している。

反射率 $r_{1c}$ は、サーボのみを考慮すると、大きい方が良いが、前述したように対物レンズ 1 3 6 に戻される第2 RAM 層 1 3 4 からの反射光ビームは、2回第1 RAM 層 1 3 2 を通過していることから、大きくしすぎると第2 RAM 層 1 3 4 からの反射光ビームの強度が相当小さくなることを見込んで、それに合わせているものと推測される。

次に、上述した条件で上述したパラメータを定めれば次の通りとなる。始めに、入射光ビームが第1 RAM 層 1 3 2 を透過後、第2 RAM 層 1 3 4 に届かなければならないことか

ら、第1 RAM 層 1 3 2 の透過率  $t_{1c}$  は、50 % に設定された。透過率を50 % と大きく設定するには、通常相変化型光ディスクにおいて冷却のために反射膜 1 3 4 E は、金属で作られることが必要とされる。また、第1 RAM 層 1 3 2 のディスクには、反射膜が設けられていない。この第1 RAM 層 1 3 2 の透過率をあまり大きすぎると、この第1 RAM 層 1 3 2 における吸収率が小さくなって、第1 RAM 層 1 3 2 の記録感度が低下してしまう問題がある。

上記2点を設定して相変化型光ディスクにおける第1 RAM 層 1 3 2 の膜の構成を設計すると、その他のパラメータが自動的に定まることとなる。

膜設計の結果、第1 RAM 層の各パラメータは

$$r_{1c} = 9\%, \alpha_{1c} = 41\%, t_{1c} = 50\%,$$

$$r_{1a} = 2\%, \alpha_{1a} = 28\%, t_{1a} = 70\%$$

となる。

従って、

第1 c 層 1 3 2 からの再生信号の大きさは、

$$\begin{aligned} & \text{再生信号の大きさ} = \text{反射率変化量 } \Delta R_1 \\ & = r_{1c} - r_{1a} \text{ (結晶の反射率} - \text{非晶質の反射率)} = 7\% \\ & \text{となる。} \end{aligned}$$

第2 RAM 層 1 3 4 からの再生信号の大きさは、

$$\begin{aligned} & \text{再生信号の大きさ} = \text{反射率変化量 } \Delta R_2 \\ & = \Delta r_2 \times t_1 \times t_1 = \text{第1 RAM 層からの再生信号の大きさ} \\ & = 6\% \end{aligned}$$

であるから、透過率  $t_1$  として透過率  $t_{1c}$  の 0.5 (5

0%)で代用すると、簡単な計算から $\Delta R2$ は24%となる。

第2 RAM 層 1 3 4 は、上述したごとく第1 RAM 層 1 3 2 を透過した少ない光量でも記録が可能にするため、ディスクを高感度化する必要がある。換言すれば、未記録部（結晶状態）の吸収率を大きく設定する必要がある。また、吸収した熱が逃げないためには、反射膜からの熱の逃げを押さえるため、ある程度透過するように反射膜は薄く設定することが必要とされる。

以上のような条件を当てはめて、 $\Delta R2 = 24\%$ のもとで第2 RAM 層の膜構成を設計すると、

$$r_{2c} = 13\%, \alpha_{2c} = 65\%, t_{2c} = 22\%,$$

$$r_{2a} = 37\%, \alpha_{2a} = 37\%, t_{2a} = 26\%$$

となる。

ここで、 $r_{2c}$ 、 $\alpha_{2c}$ 、 $t_{2c}$  は、それぞれ第2 RAM 層 1 3 4 の結晶状態の反射率、吸収率、透過率、 $r_{2a}$ 、 $\alpha_{2a}$ 、 $t_{2a}$  は、それぞれ非晶質状態の反射率、吸収率、透過率を表す。ここで、第2 RAM 層 1 3 4 の反射率変化量 $\Delta R2 = r_{2a} - r_{2c} = 24\%$ であることは言うまでもない。

ここで着目したいのが、第2 RAM 層 1 3 4 では、記録マーク（非晶質部分）の反射率 $r_{2a}$ が、消去状態（結晶部）の反射率 $r_{2c}$ よりも高い、L to H メディアとなっていることである。

上述したように対物レンズの開口数を大きくして高密度化する方法においては、以下のような種々の問題点がある。

まず、この方法では、第一に、ディスクの表面に付着した

ゴミ・指紋・キズ等の汚損に対して情報再生の際の特性劣化がより大きくなるという問題がある。従来のDVDシステムにおいては、対物レンズの開口数は、0.60であり、透明基板の厚みは0.6mmであるので、簡単な計算からディスク表面でのビーム径、即ち、光ビームがディスクに入射するときのビーム径は、約0.6mmとなる。一方、前述の公知列のように、開口数が0.85といった高い値の場合には、ディスク表面でのビーム径は、約0.12mmと小さくなる。ところが、ディスク表面の汚損は、透明基板の厚みがいくらであれ、同様のディスク製造方法と一般的な取り扱いがなされるならば、同様の大きさを有する汚損の発生が見込まれる。このため、これら汚損部の大きさと、ここを透過する光ビームの大きさとの相対比率には大きな差が生じる。図2A乃至図2Cにイメージ的に示すように、高い開口数を実現する前述の公知例の方がDVDシステムの場合よりも、ビーム径に対する汚損部の面積が相対的に大きくなり、より重大な影響を受けることが懸念される。尚、図2A乃至図2Cにおいては、黒点が汚損部を示し、また、この黒点の周りの円がビーム径を示している。

第二に、前述の公知例にもあるように、開口数が0.85の対物レンズを実現しようとするれば、たとえ対物レンズが非球面レンズに設計されても、実用性まで考慮したならば単一のレンズとすることはできない。複数のレンズを用いると、レンズ間相互の位置合わせ、即ち、偏心、相対的な傾きおよびレンズ間隔に高い精度が必要となる。これは各レンズの精

度確保のための部材コストの増加に加えて、高精度の位置合わせのための調整コストが増大することを意味している。これまで、光ディスクドライブにおいて広く行われてきた、単一のレンズによる光ヘッドの構成を大きく変更するものであり、製造性の確立等に大きな困難が伴う。

第三に、高い開口数を有する対物レンズでは、光ヘッドへの取り付け精度を向上させる必要があり、また、信頼性を確保しなければならない課題がある。後述するように、高い開口数を有する対物レンズでは、対物レンズによって集光され、情報記録を担うピットに照射される集光スポットの光学的な品位が低下される虞がある。即ち、いわゆる収差が開口数に比例して増大し収差が大きくなる問題がある。例えば、ディスクと対物レンズの相対的な傾き並びに各レンズの相対的な傾き、或いは、偏心などによって主に生じるコマ収差は、開口数の3乗に比例して増大し、透明基板の厚み誤差や各レンズの間隔誤差などにより主として生じる球面収差は、開口数の4乗に比例して増大する。さらに、このような収差発生要因は、部材精度や光ヘッドの組み立て・調整精度だけでなく、ドライブ装置の経年変化や各種の環境下での変化といった信頼性が低下することもある。このため、ドライブ装置には、これまで以上の高い信頼性が必要とされることとなる。このような高い信頼性を確保する必要性も製造コストが増大するという不都合に結びつくこととなる。

第四に、対物レンズの最もディスクに近い部分と、ディスク表面との間隔に相当する作動距離は、光学設計上、開口数

に比例して減少する。例えば、開口数が  $0.60\text{ mm}$  の場合には、作動距離は、 $1.5 \sim 1.8\text{ mm}$  であるのに対して、開口数が  $0.85$  程度であれば、作動距離は、 $0.25 \sim 0.30\text{ mm}$  と極端に狭くなってしまう問題がある。作動距離が短いと、外部からの大きな衝撃が加わった場合などに、対物レンズがディスクと接触する可能性がより高くなり、ディスク表面や対物レンズ表面を傷つけやすくなる。こういったことを回避するためには、より高度なサーボ制御が必要となるといった不都合が生じる。

また、相変化型の記録、再生及び消去が可能な光ディスクを大容量化する方法に関しては、既に説明したように、青色レーザと高NA対物レンズと  $0.1\text{ mm}$  の薄いカバー層を用いる方式と基板厚及びレーザ波長は、現行のDVD-RAMと同様として、片面を2層にして、片面からアクセス可能なオンライン容量のみを約2倍に増やそうという試みがある。

この2つの方法はそれぞれ以下に示すような不具合点がある。即ち、青色レーザで高NA対物レンズ並びに  $0.1\text{ mm}$  厚のカバー層を介する高密度記録において、 $0.1\text{ mm}$  厚の基板では、直径  $130\text{ mm}$  の円盤の機械精度は保てないこととなることから、前述したように必ず機械精度を維持するためにダミー基板との貼り合わせが必要とされる。ダミー基板には、予め定められたプリフォーマットのピット並びにグルーブが形成され、その上に所定の層構成の相変化膜が積層され、この上に  $0.1\text{ mm}$  厚の表面カバー層がオーバコートされている。従って、この方式では、片面2層RAMへの記録

が不可能となる。

また、後に説明するように、片面の目標容量を 15 GB から 20 GB に設定しようとする、対物レンズの開口数 NA は、0.75 から 0.85 に設定しなければならないが、一般に対物レンズの NA は、大きくなればなるほど、価格が高価になり、製造上も加工が難しく、或いは、歩留まりが悪くなる問題がある。

一方、2層 RAM ディスクにおいて、そのオンライン容量を概ね 2 倍にすることができるが、基本的に DVD と同じ技術を使っている、DVD 以上の高密度記録化を達成できない問題がある。

#### 発明の開示

この発明の目的は、より記録密度を高める為に最適化された光ディスクを提供することにある。

また、この発明の目的は、より記録密度を高めて記憶容量の大容量化が可能な最適化された記録、再生及び消去可能な相変化型光ディスクを提供することにある。

上記の目的を達成するために、より記録密度の高密度化を実現する上での、ディスクの透明基板の厚みと対物レンズの開口数との最適な関係を発明者らは見出している。即ち、本発明においては、透明基板の厚みが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲から選定され、透明基板を透過する光ビームの波長が 400 ~ 420 nm の範囲から選定され、光ビームを収束させるための対物レンズの開口数は、0.60 ~ 0.75 の範囲から選定される光ディスクとしている。



記録、再生及び消去可能な相変化型光ディスクにあっては、光ディスクの量産性を高めてそのディスクの単価を抑制するためには、現行のDVDビデオ或いはDVD・ROMと同様なディスクの反りに関係するチルト誤差が光ディスクに生じることを前提としなければならない。また、光ディスクにデータを高密度で記録するには、光ディスクの開口数NAは、0.60より小さくないことが要求される。現行のDVDのチルトを原因として生じるコマ収差を現行のDVDと同様程度に抑制する為には、後に説明する図3を参照すれば明らかのように光ディスクの透明層の厚みは、0.4mmより大きくないことが必要とされる。

対物レンズは、単レンズに比べて2群対物レンズとすると、その2つのレンズの光学的アライメントと取ることが必要とされ、その量産性が悪く、また、信頼性にも問題がある。また、2群対物レンズは、ディスクの透明層に生じる厚み誤差に起因して球面誤差が生じ易く、また、その作動距離が小さい問題がある。このような理由から、対物レンズは、単一レンズ、即ち、1群対物レンズが採用されることが好ましい。1群対物レンズでは、対物レンズ自身のチルトマージン確保のために、その開口数NAの上限値は、0.75程度であり、光ディスクとして2層構造のものを実現しようとする、図5のグラフから明らかなように光ディスクの透明層の厚みは、0.2mmより小さくないことが必要とされる。このような観点から、

(1) この発明によれば、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで集束され、波長が 400 ~ 420 nm の範囲から選定された光ビームが照射される透明基板であって厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板と、

この透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層と、

から構成されている光ディスクが提供される。

(2) この発明によれば、(1) の発明において、

前記対物レンズの開口数が実質的に 0.65 に定められ、且つ、前記透明基板の厚みが実質的に 0.3 mm に定められている光ディスクが提供される。

(3) この発明によれば、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで集束され、略 410 nm 近傍の青色波長を有する光ビームが照射される透明基板であって厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板と、

この透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが記録され、或いは、記録されたデータが消去される記録層と、

から構成されている光ディスクが提供される。

(4) この発明によれば、(3) の発明において、

前記記録層は光ビームの照射によって非晶質と結晶との間で可逆的に相変化されてデータの記録及び消去がなされる相変化型の記録膜で構成されている光ディスクが提供される。

(5) この発明によれば、(3)の発明において、

前記対物レンズの開口数が0.65に定められ、前記基板の厚さが0.3mmに定められている光ディスクが提供される。

(6) この発明によれば、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第1の記録膜と、

この第1の記録膜が形成され、0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている厚さを有する第1の透明基板と、

前記410nm近傍の青色波長を有する光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第2の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第1の透明基板が向けられるように前記第1の記録膜を配置し、前記第1の透明基板及び第1の記録膜を通過した光ビームが前記第2の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第1の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクにおいて、

0.60から0.75の範囲から選定された開口数を有する対物レンズによって前記入射側から前記光ビームが第1及び第2の相変化記録膜の一方に集光されてその記録膜へのデータの記録、消去並びに再生が可能な片面2層の相変化型光ディスクが提供される。

(7) この発明によれば、(6)の発明において、

前記対物レンズの開口数が0.65に定められ、且つ、前記基板の厚さが0.3mmに定められている光ディスクが提

供される。

(8) この発明によれば、

410nm近傍の青色波長を有する光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第3の記録膜と、

この第1の記録膜が形成され、0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている厚さを有する第2の透明基板と、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第4の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第1の透明基板が向けられるように前記第3の記録膜を配置し、前記第2の透明基板及び第3の記録膜を通過した光ビームが前記第4の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第2の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクを更に具備し、

前記第1の透明基板が前記第2の透明基板に接着され、2つの片面2層の相変化型光ディスクが接合された片面4層構造に構成されていることを特徴とする請求項6の光ディスクが提供される。

(9) この発明によれば、(8)の発明において、

前記対物レンズの開口数が0.65であり、且つ、前記基板の厚さが0.3mmである光ディスクが提供される。

(10) この発明によれば、

厚さが0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層を

具備する光ディスクからデータを再生する方法であって、

波長が 400 ～ 420 nm の範囲から選定された光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ～ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法が提供される。

(11) この発明によれば、(10) の発明において、

前記対物レンズの開口数が実質的に 0.65 に定められ、且つ、前記透明基板の厚みが実質的に 0.3 mm に定められていることを特徴とする再生方法が提供される。

(12) この発明によれば、

光ビームが照射される透明基板であって厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが記録され、或いは、記録されたデータが消去される記録層から構成される光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生方法において、

略 410 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ～ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、  
から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法  
が提供される。

(13) この発明によれば、(12)の発明において、  
前記記録層は、光ビームの照射によって非晶質と結晶との  
間で可逆的に相変化されてデータの記録及び消去がなされる  
相変化型の記録膜で構成されていることを特徴とする再生方  
法が提供される。

(14) この発明によれば、(12)の発明において、  
前記対物レンズの開口数が0.65に定められ、前記基板  
の厚さが0.3mmに定められていることを特徴とする再生  
方法が提供される。

(15) この発明によれば、  
光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆  
的に相変化する相変化型の第1の記録膜と、  
この第1の記録膜が形成され、0.2mmから0.4mm  
の範囲内に定められている厚さを有する第1の透明基板と、  
光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆  
的に相変化する相変化型の第2の記録膜と、  
光ビームの入射側に前記第1の透明基板が向けられるよう  
に前記第1の記録膜を配置し、前記第1の透明基板及び第1  
の記録膜を通過した光ビームが前記第2の記録膜に照射され  
るように両者を接合する所定厚さの第1の接着層と、  
から構成される相変化型光ディスクからデータを再生し、  
また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消

去する再生方法において、

略 4 1 0 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで前記入射側から前記光ビームを第 1 及び第 2 の相変化記録膜の一方に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法が提供される。

(16) この発明によれば、(15)の発明において、前記対物レンズの開口数が 0.65 に定められ、且つ、前記基板の厚さが 0.3 mm に定められていることを特徴とする再生方法が提供される。

(17) この発明によれば、

厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層を具備する光ディスクからデータを再生する装置であって、

波長が 400 ~ 420 nm の範囲から選定された光ビームを発生する手段と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する手段と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する手段と、

から構成されるデータを再生する再生装置が提供される。

(18) この発明によれば、(17)の発明において、

前記対物レンズの開口数が実質的に 0.65 に定められ、  
且つ、前記透明基板の厚みが実質的に 0.3 mm に定められて  
いることを特徴とする再生装置が提供される。

(19) この発明によれば、

光ビームが照射される透明基板であって厚さが 0.2 mm  
から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板及びこの  
透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を  
透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが  
記録され、或いは、記録されたデータが消去される記録層か  
ら構成される光ディスクからデータを再生し、また、この光  
ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生装  
置において、

略 410 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する手段  
と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで  
この光ビームを前記記録膜に集光する手段と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する手段と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生装置  
が提供される。

(20) この発明によれば、(19) の発明において、

前記記録層は、光ビームの照射によって非晶質と結晶との  
間で可逆的に相変化されてデータの記録及び消去がなされる  
相変化型の記録膜で構成されていることを特徴とする再生装  
置が提供される。

(21) この発明によれば、(19) の発明において、



前記対物レンズの開口数が0.65に定められ、前記基板の厚さが0.3mmに定められていることを特徴とする再生装置が提供される。

(22) この発明によれば、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第1の記録膜と、

この第1の記録膜が形成され、0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている厚さを有する第1の透明基板と、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第2の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第1の透明基板が向けられるように前記第1の記録膜を配置し、前記第1の透明基板及び第1の記録膜を通過した光ビームが前記第2の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第1の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生装置において、

略410近傍の青色波長を有する光ビームを発生する手段と、

開口数が0.60～0.75内に定められた対物レンズで前記入射側から前記光ビームを第1及び第2の相変化記録膜の一方に集光する手段と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する手段と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生装置が提供される。

( 2 3 ) この発明によれば、( 2 2 ) の発明において、前記対物レンズの開口数が 0 . 6 5 に定められ、且つ、前記基板の厚さが 0 . 3 m m に定められていることを特徴とする再生装置が提供される。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、片面 2 層の RAM ディスクの構造を概略的に示す断面図である。

図 2 A、図 2 B 及び図 2 C は、従来例及び本発明の実施例に係る光ディスク表面の汚損の様子を示す模式図並びに比較例に係る光ディスク表面の汚損の様子を示す模式図である。

図 3 は、従来例および本発明の実施例の透明基板厚みとディスクチルトによって発生するコマ収差との関係を示すグラフである。

図 4 は、本発明の光ディスクの実施例であって許容される開口数と透明基板厚みの範囲を示すグラフである。

図 5 は、図 4 に示す設定条件下の光ディスクにおける開口数を大きくすることで見込まれる記録容量の増加を示すグラフである。

図 6 は、本発明の実施例に係る光ディスクの構造を概略的に示す断面図である。

図 7 は、本発明の他の実施例に係る相変化型光ディスクにおける開口数を大きくすることで見込まれる記録容量の増加を示すグラフである。

図 8 は、本発明の他の実施例に係る相変化型光ディスクの構造を概略的に示す断面図である。

図 9 は、図 8 に示した片面 2 層 RAM ディスクの貼り合わせ前の第 1 RAM 層ディスクを概略的に示す断面図である。

図 10 は、図 8 に示した片面 2 層 RAM ディスクの貼り合わせ前の第 2 RAM 層ディスクを概略的に示す断面図である。

図 11 は、図 9 及び図 10 に示す第 1 RAM 層並びに第 2 RAM 層ディスクを製造する為に基板に成膜するスパッタ装置を示すブロック図である。

図 12 は、本発明の他の実施例に係る相変化型光ディスクをドライブする為の光ディスクドライブ装置を示すブロック図である。

図 13 は、図 12 に示す装置における OW 時のレーザパルスを示す波形図である。

発明を実施するための最良の形態

始めに、本発明の情報記録媒体である光ディスクにおける最適化の基本的な考え方を以下に説明する。

対物レンズの開口数は大きければ大きいほど記録密度の向上に有効であるが、反面、ディスクチルトに対して、より大きな影響を受けることとなる。そこで、現下の技術レベルで達成可能な開口数よりも少し小さな開口数で対物レンズを構成し、最大の開口数で実現できる程の記録密度の高密度化は望まないものの、比較的容易に、安定的にそして早期に、現状レベルよりも記録容量を向上させるということが考えられる。この際に、対物レンズの構成は、前記したような多数の問題点を抱える複数レンズ構成とするのではなく、単一レンズ構成とし、ディスクチルトの許容量も現状の DVD システ

ムで許容されるものを確保することが本発明の実施例のポイントである。

図 3 は、透明基板厚みと、ディスクチルトによって生じるコマ収差（波面収差に換算）の関係を各条件（対物レンズの開口数）で示したグラフである。相対的に比較するために、縦軸のコマ収差の量は、任意単位に定めている。現行の DVD-ROM においては、透明基板厚みは 0.6 mm、対物レンズの開口数は、0.60 および波長 650 nm であるが、ある単位角度だけのディスクチルトが生じると、発生するコマ収差の量は、任意単位で約 200 となる。より具体的には、コマ収差は、下記比例式（1）で見積もることができる。

$$\text{コマ収差量} \propto t \times (NA)^3 / \lambda \quad \dots (1)$$

ここで、 $t$ ：透明基板厚み、 $NA$ ：対物レンズの開口数、 $\lambda$ ：光源の波長である。

この図 3 から DVD-ROM と比較して、波長が 650 nm から 410 nm と短くなり、また開口数を大きくすることで、不用なコマ収差が増大していくことがわかる。コマ収差は、ディスクチルトに比例して増加するので、これまでの光ディスクよりもチルトの少ないものを製造することにより、全体としてコマ収差を低いレベルに抑えることは確かに可能であるが、この場合にはディスク製造コストがかかり、これにより販売価格も高くなってしまうという不都合が生じる。これはより高密度の光ディスクシステムを普及させるという最終目的とは相容れないこととなる。そこで、ディスクが有するチルト量は、従来並としたときに、できるだけコマ収差の影

響を抑える対策を考えることが必要となる。

図 3 から明らかなように、DVD-ROM のシステムと同程度のコマ収差の発生を抑えるには、透明基板の厚みを薄くすること、および開口数の範囲を限定することの 2 つを組み合わせねばならない。具体的には、開口数は、概略 0.60 以上 0.75 以下、透明基板厚みは、概略 0.2 mm 以上 0.4 mm 以下に設定することが必要とされる。また、この範囲ですべての組合せが可能なのではなく、コマ収差を所定値以下に抑制できる透明基板厚みと開口数の組合せは、図 4 に斜線で示す範囲に限定される。

このような条件下で見積もられる記録容量が図 5 に示されている。実際の記録容量は、光ディスクの最小ビット長、トラックピッチ、あるいはドライブシステムで採用する変調方式などを詳細設計して定め、これによる基礎実験を経てはじめて確定させることができるものであるが、予備検討としてごく粗くは見積もることができる。図 5 は、このようにして見積もった記憶容量をグラフで示している。この図 5 においては、レーザ波長が 410 nm に選定された際の対物レンズの NA（横軸）に対する、直径 120 mm 径の光ディスクの片面容量（縦軸）の計算値が示されている。よく知られているように、集光スポット径は、波長に比例して、そして開口数に反比例して小径化される。さらに、記録容量の増加は、光ディスクの半径方向と円周方向でのピットの密度（詰め方）にほぼ比例することから、結局のところ集光スポット径の 2 乗にほぼ比例することが予測できる。つまり、波長の 2

乗に比例して、そして開口数の2乗に反比例して、記録容量の増加が見込まれる。現行のDVD-ROMを基準に、波長と開口数の比例換算から計算したものが図5である。図5から明らかのように、提案の方式を用いることにより、DVD-ROMディスクと同じ直径のディスクで片面・一層あたり12～18GBといった大容量化の実現が期待し得る。

なお、本発明が適用される光ディスクドライブは、例えば文献「光ディスク技術」(村山登ら著,1989年ラジオ技術社)などに説明されているものと、基本的に同様の構成をとるものであり、上述したように対物レンズの構成及び光源波長のみが相違し、他の構成は同様である。尚、後に説明されるRAMディスクドライブ装置のシステムと上述した光ディスクのドライブ装置とは、実質的にその構成が同様であるので、上述した実施例が適用される光ディスクドライブのシステムの概要については、この説明を参照されたい。

上述したように本発明の実施例においては、対物レンズは、開口数が0.60以下の従来の対物レンズと同様に、いわゆる単玉レンズであり、レンズアクチュエータの所定の位置に固定をして用いるものである。開口数は、0.65である。なお、対物レンズは単玉レンズに限るものではなく、低コストで信頼性の高いものであれば、複数のレンズの組合せレンズとして構成しても良い。

光源は、波長が400nmの半導体レーザであり、従来の赤色半導体レーザ或いは赤外半導体レーザと基本的に同様に用いられる。なお、光源の波長に応じて、プリズム、レンズ

等の光学部品のコーティング仕様等も最適なものが採用される。

次に、本発明の具体的実施例に係る光ディスク（ROM光ディスク）の構造が図6に示されている。この図6に示された光ディスク1は、透明基板2及びPC（ポリカーボネート）基板3とから構成されている。PC基板3は、CD等の再生専用ディスクの基板と同様に情報を担うピットがあらかじめ形成され、その厚みは0.9mmに定められている。PC基板3のピット4の側には、反射率を高めるために、例えば、アルミニウム薄膜5が真空蒸着により付着されている。更に、PC基板3のピット側には、厚さ0.3mmの透明基板2が形成されている。具体的には、アルミニウム蒸着されたPC基板3にスピンコート法により厚さ0.3mmの紫外線硬化樹脂層が形成され、或いは、厚さ0.3mmの透明シートが粘着剤、又は、紫外線硬化接着剤により形成される等の方法によって透明基板2が作られている。これらの技術は、DVD-ROMディスクの貼り合わせの技術として既に確立されている。

以上のような構造の光ディスクでは、図2Bに示すようにディスク表面での光ビームの直径が約0.34mmとなり、表面の汚損に対する影響を比較的低くすることができる。また、作動距離は、約1.7mmであり、対物レンズとディスクとの衝突防止を講じてサーボ系の設計をすることが十分可能となる。

次に、この発明の他の実施例に係る相変化型の光ディスク、

特に、片面 2 層の RAM ディスクについて図 6 から図 13 を参照して説明する。

この発明の他の実施例に係る相変化型の光ディスクは、相変化光ディスクの大容量化の利点と欠点を考慮して最適化がなされたものである。即ち、半導体レーザの波長が 410 nm 近傍の青色波長に定められ、対物レンズの NA が 0.6 より大きく、0.75 よりも小さく定められ、かつ基板の厚さが 0.2 mm より厚く、0.4 mm より薄く設定されている。このような最適化によって、高密度記録が可能で、かつ、片面 2 層 RAM 化が可能な相変化光ディスクを提供することができる。本発明では、より具体的には、波長 410 nm の青色レーザを用い、NA が 0.65 の対物レンズを用いて、かつ厚さ 0.3 mm の円形基板を用い、これを片面 2 層の相変化 RAM ディスクとし、かつ、この片面 2 層 RAM ディスクをレーザが入射する側を外側にして 2 枚貼り合わせて、即ち、両面で 4 層の RAM ディスクとすることで、直径 130 mm ディスクでも全体厚さは、概ね 1.2 mm とすることが可能となり、現行製品の単板 CD (1.2 mm 厚)、両面貼り合わせ DVD (貼り合わせ後の厚さが 1.2 mm) と最低限同じ機械精度、或いは、同じ剛性を得ることができる。

また、このディスクでは、後で示すように片面 1 層で約 12 GB、片面 2 層で 24 GB、さらには、両面 4 層で 48 GB の記録/再生/消去可能なユーザ容量を確保できる。

上述のような片面 2 層の相変化 RAM ディスクの最適化について、図 5 と同様の図 7 に示すグラフを参照して説明する。



図 7 は、レーザ波長が 4 1 0 nm に選定された際の対物レンズの NA（横軸）に対する、直径 1 2 0 mm 径の光ディスクの片面容量（縦軸）の計算値が示されている。換算容量 1 は、現在規格が進行中の第 2 世代 DVD-RAM を基にして算出したものである。ここで、第 2 世代 DVD-RAM は、相変化型記録膜を有する直径 1 2 0 mm 径のディスクであって、その片面のユーザ容量が 4 . 7 G B、レーザ波長  $\lambda_r$  が 6 5 0 nm（ $\lambda_r$ ）、対物レンズ NA が 0 . 6（ $NA_r$ ）、基板厚みが 0 . 6 mm である。この条件を基にして、この容量に対して、レーザ波長が 6 5 0 nm（ $\lambda_r$ ）から 4 1 0 nm（ $\lambda_b$ ）に代えられ、対物レンズの NA が 0 . 6（ $NA_r$ ）からこれよりも大きな高 NA（ $NA_b$ ）のものに代えられて NA が変化された場合の片面容量が計算によって求められたものである。この計算は、単純でレーザの波長と対物レンズの NA の比をとって、面密度（言い換えると片面の容量）は、2 乗で大きくなるので、下記（2）式で表される。

換算容量 1 =

$$4 . 7 \times \{ (\lambda_r / \lambda_b) / (NA_r / NA_b) \}^2 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 $NA_r = 0 . 60$ 、 $NA_b =$  パラメータである変数、 $\lambda_r = 650 \text{ nm}$ 、 $\lambda_b = 410 \text{ nm}$  である。

また、下記式（3）で示される換算容量 2 は、片面 2 層ディスクを想定した場合、第 1 RAM 層ディスクのデータと第 2 RAM 層ディスクのデータとのクロストークが予測されるため、若干余裕をもって記録密度を緩和した場合の容量の換

算例である。

$$\text{換算容量 2} = \text{換算容量 1} \times 0.844 \quad \dots \quad (3)$$

換算容量 1 によれば、レーザ波長が 650 nm から 410 nm に変更されて、片面の容量が 15 GB から 20 GB に設定されると、対物レンズの NA は 0.67 から 0.78 となることが判明する。但し、この場合、前述したように 0.1 mm 厚の基板を用いなければならないため、片面 2 層 RAM ディスクは実現できない。

また、換算容量 2 を用いると、片面 2 層 RAM を想定し、且つ、対物レンズ NA として、通常の製造技術で容易に製造が可能で、安価の購入が可能な、NA = 0.65 を想定すると直径 120 mm 径のディスク片面のユーザ容量は、12 GB となることが判明する。

次に、コマ収差について検討すると、図 3 及び数式 (1) の通りである。既に説明したように、図 3 は、波長 410 nm で、対物レンズの NA をパラメータとした際に横軸に基板の厚さを取った時のコマ収差を示している。コマ収差は、数式 (1) で表される。参考のために 4.7 GB の DVD-RAM (波長 650 nm) の場合が点線で示されているが、コマ収差を現行の DVD-RAM の 4.7 GB とほぼ同等の 200 程度を想定すると、波長 410 nm のレーザを用いて NA を変化させた場合の、基板の厚さが一義的に定まる。NA が 0.85 や 0.9 に設定されると、基板厚さが、0.1 mm 近くになることは、前述したとおりである。一方、対物レンズの NA として、製造が容易で安価の入手可能な 0.65 を想定

すると、基板厚さは、0.3 mm が適当であることが判明する。基板厚さ0.3 mm は、これまでと同様に樹脂材料の射出成形によって作製可能であり、且つ、片面2層 RAM で約0.6 mm の厚さ、更に片面2層 RAM を基板面（レーザの入射側）を外側にして2枚貼り合わせると1.2 mm の厚さとなるため、現行製品のCDや、2枚貼り合わせたDVDと同じ厚さに設定でき、製品として十分な機械精度と機械的強度とを得ることができる。

以上説明したとおり、波長410 nm のレーザを用いて、対物レンズのNAとして製造が比較的容易で、安価に入手可能な0.60から0.75に設定し、図3のグラフから、コマ収差を現行のDVD-RAM程度に押さえるように基板厚さを0.2 mm から0.4 mm に設定すれば、大容量化が可能で且つ、片面2層 RAM 化した時に4枚貼り合わせることで、十分な機械的精度も得ることが可能である。

上記のように、青色レーザを用いて、基板厚さを0.6 mm と0.1 mm の中間に設定し、対物レンズNAを現行のDVDよりも若干大きくすることで、現実的に製品化可能な片面2層で両面4層のRAM ディスクが実現できる。下記に示すこの発明の他の実施例では、その代表例として、基板厚さを0.3 mm に設定して、対物レンズNAを0.65に設定し、410 nm の青色レーザで記録及び再生する場合について説明する。

図8は、上述した条件下で作られる他の実施例に係る光ディスクを示す斜視図であり、図9及び図10は、図8に示さ

れる光ディスクの構造を概略的に示す断面図である。

図 8 に示すようにこの片面 2 層の光ディスクは、第 1 RAM 層を有するディスク 27 (以下、単に第 1 RAM 層のディスク 27 と称する。) 及び第 2 RAM 層を有するディスク 28 (以下、単に第 2 RAM 層のディスク 27 と称する。) が接合層としての UV 硬化樹脂膜 29 によって接合された構造を有している。このディスクの中心には、ディスクドライブの回転モータに連結されたスピンドルが挿通される孔を有し、この孔の周囲には、光ディスクを回転可能にクランプするためのクランピング領域 21 が設けられている。また、そのクランピング領域 21 の周囲の内周領域には、ピックアップヘッド (図示せず) によるデータの検索が開始されるリードイン領域 22 が設けられ、また、その外周には、リードアウト領域 23 が設けられている。このリードイン領域 21 からリードアウト領域 23 領域までが情報が記録される情報記録領域 24 に定められ、また、リードイン領域 22 とリードアウト領域 23 領域間の領域は、データが書き込まれるデータ書き込み領域 25 に定められている。

次に、第 1 及び第 2 RAM 層のディスク 27、28 の構造について図 9 及び図 10 を参照して詳細に説明する。

図 3 に示すように第 1 RAM 層のディスク 27 は、0.6 mm 厚の円盤状のポリカーボネート製基板 101 上に ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 102、GeSbTe 相変化記録膜 103 及び ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 104 をこの順に積層した構造を有している。

ここで、ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 102 及び 104 は、ZnS 及び

SiO<sub>2</sub> の混合材料からなる混合膜（以下、単に ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜と称する。）であり、また、保護膜 102、相変化記録膜 103 及び保護膜 104 から成る第 1 RAM 層 105 は、その透過率が 50% に設定されるため、通常の 1 層の相変化型光ディスクにおいて設けられるべき金属反射膜は、この第 1 RAM 層 105 には、設けられていない。

また、図 4 に示すように第 2 RAM 層のディスク 28 は、0.6 mm 厚のポリカーボネート製の透明基板 111 上に、Al-Cr からなる反射膜 112、ZnS-SiO<sub>2</sub> 混合膜からなる誘電体保護膜 113 が成膜され、その上に、レーザビーム等の照射により、非晶質と結晶との間で可逆的に相変化する、例えば、GeSbTe の 3 元合金からなる相変化記録膜 114 が積層され、再度、ZnS-SiO<sub>2</sub> 混合膜からなる誘電体保護膜 115 が、更には、L to H メディアにするための半透明干渉膜として、Au からなる半透明膜 116 が積層された構造を有している。ここで、ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜 113、115 は、同様に、ZnS 及び SiO<sub>2</sub> の混合材料からなる混合膜（以下、単に ZnS-SiO<sub>2</sub> 保護膜と称する。）である。

相変化記録膜 114 は、レーザビームの照射により溶融して急冷することで非晶質化されるが、この時誘電体保護膜 113 及び 115 は、記録膜 114 が蒸発して穴が開くことを防止する機能、いわゆる記録膜の耐熱保護の機能を有している。また、上側の誘電体層 115 は、Au 半透明層 116 と金属反射層 112 との相乗効果で信号再生時に光学的にエンハンスするように設計され、通常その厚さは、500 Å - 3

000 Åに設定されている。相変化記録膜114は、レーザビームの照射により熔融される必要から通常かなり薄く設計され、50-300 Åに設定されている。相変化記録膜114の下側の誘電体保護膜113は、レーザビームの照射時に熔融した記録層の熱を出来るだけ急冷して非晶質化するため、金属反射膜112に熱を逃がす構造であることが必要とされ、薄く、典型的には、50 Å-300 Å程度の厚さに定められている。

また、近年、データ転送速度の高速化に伴い、高速で記録する必要性から、ディスクの感度を向上する目的で急冷（熱を逃がす）ではなく除冷（熱を保持する）タイプの相変化型光ディスクも検討されている。この場合、この下側誘電体層113は、300 Å-3000 Åに設定される。金属反射膜112は、再生信号のエンハンスと熱の逃げを良くする目的から、その厚さは、通常500 Å以上3000 Å程度の設定にされる。

但し、この実施例においては、記録感度を通常よりもかなり高く設定するために、熱の逃げを悪くするようにしなければならない場合があり、その場合には、100 Åから500 Åに設定しても良い。Au半透明膜116は、Au膜を透過したレーザビームと記録膜114からの反射光ビームとを干渉させてエンハンスさせるため、適度な透過並びに反射が必要とされ、通常、その膜厚は、20 Åから200 Åに設定される。

片面12GBのユーザ容量を設定するためには、現行の4.

7 G B / 面に対して綿密度で 2 . 5 5 3 倍の高密度記録になるが、これを線密度に直すには平方根をとって 1 . 6 倍とになる。現行の 4 . 7 G B の R A M ディスクのトラックピッチは 0 . 6  $\mu$  m なので、1 2 G B ディスクのトラックピッチは 0 . 3 7 5  $\mu$  m となる。

以下にこの発明の他の実施例に係る片面 2 層 R A M ディスクの作製方法を図 1 1 を参照して説明する。

図 1 1 は、この発明の他の実施例に係る片面 2 層の相変化型光ディスクを作製したスパッタ装置を示している。

(実施例)

第 1 1 図に示す回転可能な円盤状基台 8 上に、直径 1 2 0 mm、厚さ 0 . 3 mm、表面に 0 . 3 7 5  $\mu$  m 幅の連続溝が形成されたポリカーボネート製ディスク基板 9 がセットされ、真空スパッタ装置 3 0 内が真空ターボポンプ 1 2 によって、 $10^{-6}$  torr の真空に排気された。図中、1 1 は、排気系のバルブを示している。

まずは、図 9 に示す第 1 R A M 層ディスクが作製された。回転基台 8 が 6 0 rpm で回転された状態で、Ar ガス導入バルブ 1 0 が開れて、Ar ガスがスパッタ装置内に導入された。排気系の能力はそのままにして、Ar ガスの流量が図示しないマスフローコントローラによって調整され、装置内の真空度が  $5 \times 10^{-3}$  torr になるように設定された。R F 電源 1 6 が切り替えスイッチ 1 7 によって、ZnS/SiO<sub>2</sub> ターゲット 1 3 b の電極 1 3 a 側に切り換えられ、R F 電力 6 0 0 W が ZnS/SiO<sub>2</sub> ターゲットに供給された。約 1 分のプリスパッタ

の後、ターゲット直上のシャッター 1 3 c が開成されて、基板 9 上に  $\text{ZnS-SiO}_2$  誘電体膜の成膜が開始された。その成膜開始から 5 分経過後に、RF 電源 1 6 が OFF にされ、シャッター 1 3 c も閉成された。基板 9 上には、 $\text{ZnS-SiO}_2$  膜が  $510 \text{ \AA}$  で成膜された。

バルブ 1 0 が閉められ、排気系 1 2 を介して、装置内の残留 Ar ガスと  $\text{ZnS/SiO}_2$  分子が一旦排気された後、再度、バルブ 1 0 が開成されて Ar ガスが導入され、スパッタ装置内の Ar ガス圧が  $5 \times 10^{-3} \text{ torr}$  に設定された。切り替えスイッチ 1 7 が GeSbTe の化合物組成ターゲット 1 4 b の電極 1 4 a 側に切り換えられ、電源 1 6 が ON にされて  $200 \text{ W}$  のパワーが GeSbTe のターゲットに供給された。約 1 分のプリスパッタの後、ターゲット直上のシャッター 1 4 c が開成されて、 $\text{ZnS-SiO}_2$  保護膜上への GeSbTe 相変化記録膜の成膜が開始された。成膜開始から 15 秒後に、RF 電源 1 6 が OFF にされて、 $70 \text{ \AA}$  の GeSbTe 記録膜が  $\text{ZnS-SiO}_2$  膜上に成膜された。再度、バルブ 1 0 が閉成されて、スパッタ装置内の残留 Ar ガスと GeSbTe 分子が排気された後、バルブ 1 0 が開成されて、Ar ガスがスパッタ装置 30 内に導入された。Ar ガス圧が  $5 \times 10^{-3} \text{ torr}$  になるようガス流量が調整した後、切り替えスイッチ 1 7 が再び  $\text{ZnS-SiO}_2$  ターゲット 1 3 b の電極 1 3 a 側に接続され、RF 電源 1 6 から  $600 \text{ W}$  のパワーが  $\text{ZnS-SiO}_2$  ターゲット 1 3 b に供給された。約 1 分のプリスパッタの後に、シャッター 1 3 c が再度開成されて、 $\text{ZnS-SiO}_2$  の成膜が開始された。成膜開始から 8 分経過後に、R



F 電源 16 が OFF され、シャッター 13c が閉成されて、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  記録膜上に  $800 \text{ \AA}$  の  $\text{ZnS-SiO}_2$  誘電体膜が積層された。

このサンプルディスク 9 がスパッタ装置 30 から取り出された。この第 1 RAM 層ディスクは、その膜構造が基板、 $\text{ZnS-SiO}_2$  膜 ( $510 \text{ \AA}$ )、 $\text{GeSbTe}$  記録膜 ( $70 \text{ \AA}$ )、 $\text{ZnS-SiO}_2$  ( $800 \text{ \AA}$ ) となっている。この第 1 RAM 層ディスクを図示しない、初期結晶化装置にかけ、ハイパワーの Ar レーザで全面結晶化した後に、波長  $410 \text{ nm}$  のレーザビームを基板側から照射し、反射率が測定された。この測定では、結晶部からの反射率は約 8 % であった。全く同様にして、同じ第 1 RAM 層ディスクがもう 1 枚作製された。

次に、図 10 に示す第 2 層ディスクを作製した。第 1 RAM 層ディスクと同様に真空スパッタ装置 30 内の回転基台 8 に直径が  $130 \text{ mm}$  で厚さ  $0.3 \text{ mm}$  であり、トラックピッチが  $0.375 \text{ \mu m}$  の連続溝が形成されたポリカーボネート製基板がセットされた。その後、真空スパッタ装置 30 内が真空ターボポンプ 12 によって  $10^{-6} \text{ torr}$  の真空中に吸引された。回転基台 8 が  $60 \text{ rpm}$  で回転された状態で、Ar ガス導入バルブ 10 が開成されて、Ar ガスがスパッタ装置内に導入された。排気系の能力は、そのままに維持されて、Ar ガスの流量を図示しないマスフローコントローラによって調整され、装置内の真空度が  $5 \times 10^{-3} \text{ torr}$  になるように設定された。切り替えスイッチ 17 が  $\text{AlCr}$  のターゲット 15b の電極 15a 側に切り換えられ、RF 電源 16 から 20

0 W のパワーが AlCr ターゲット 1 5 b に供給された。約 1 分のプリスパッタの後に、シャッター 1 5 C が開成されて、AlCr 反射膜の成膜が開始された。成膜開始から 5 0 秒経過した後に R F 電源が O F F にされて、シャッター 1 5 C が閉成され、基板上に AlCr 反射膜が膜厚 3 0 0 Å で成膜された。一旦、スパッタ装置 3 0 内の Ar 残留ガスと AlCr 合金原子が排気系 1 2 で排気されたのち、再度バルブ 1 0 が開成されて、Ar ガスがスパッタ装置内に導入され、図示しないマスフローコントローラが調整されて、スパッタ装置内が  $5 \times 10^{-3}$  torr に設定された。その後、切り替えスイッチ 1 7 が ZnS-SiO<sub>2</sub> ターゲット 1 3 b の電極 1 3 a 側に切り換えられ、R F 電力 6 0 0 W が ZnS-SiO<sub>2</sub> ターゲットに供給された。約 1 分のプリスパッタの後、ターゲット直上のシャッター 1 3 c が開成されて基板 9 上に ZnS-SiO<sub>2</sub> 誘電体膜の成膜が開始された。成膜開始から 5 分 3 0 秒経過後に R F 電源 1 6 がオフにされ、シャッター 1 3 c も閉成された。AlCr 膜上には、ZnS-SiO<sub>2</sub> 膜が厚さ 5 5 0 Å で成膜された。バルブ 1 0 が閉められ、排気系 1 2 によって、装置内の残留 Ar ガスと ZnS-SiO<sub>2</sub> 分子が一旦排気された。その後、再度、バルブ 1 0 が開にされて Ar ガスが導入され、スパッタ装置内の Ar ガス圧が  $5 \times 10^{-3}$  torr に設定された。切り替えスイッチ 1 7 が GeSbTe の化合物組成ターゲット 1 4 b の電極 1 4 a 側へ切り換えられ、電源 1 6 が ON にされて 2 0 0 W のパワーが GeSbTe のターゲットに供給された。約 1 分のプリスパッタの後、ターゲット直上のシャッター 1 4 c が開成されて、デ

ディスク基板 9 上に GeSbTe 相変化記録膜の成膜が開始された。成膜開始から 20 秒経過後、RF 電源 16 が OFF にされて、GeSbTe 記録膜が厚さ 100 Å で ZnS-SiO<sub>2</sub> 膜上に成膜された。再度、バルブ 10 が閉成されて、スパッタ装置内の残留 Ar ガスと GeSbTe 分子が排気された。その後、バルブ 10 が開かれて Ar ガスがスパッタ装置 30 内に導入された。Ar ガス圧が  $5 \times 10^{-3}$  torr になるようガス流量が調整された後、切り替えスイッチ 17 が再び ZnS-SiO<sub>2</sub> ターゲット 13 b の電極 13 a 側に切り換えられ、RF 電源 16 から 600 W のパワーが ZnS-SiO<sub>2</sub> ターゲット 13 b に供給された。約 1 分のプリスパッタの後にシャッター 13 c が再度開かれて ZnS-SiO<sub>2</sub> の成膜が開始された。成膜開始から 10 分 20 秒経過後に、RF 電源 16 が OFF され、シャッター 13 C が閉成されて、GeSbTe 記録膜上に 1040 Å の ZnS-SiO<sub>2</sub> 誘電体膜が積層された。最後に、再度バルブ 10 が閉じられて、装置内の Ar 残留ガスと ZnS-SiO<sub>2</sub> 分子がスパッタ装置から排気された。その後、再度バルブ 10 が開成されて、Ar ガスが導入された。Ar ガス圧が  $5 \times 10^{-3}$  torr に設定された後、RF 電源 16 が切り替えスイッチ 17 によって、Au のターゲット 12 b の下に設けられた電極 12 a に接続され、RF 電源 16 から 13.56 MHz の RF 電力 150 W が供給され、Ar ガスによる Au ターゲットのスパッタが開始された。約 1 分のプリスパッタの後、ターゲット直上にあるシャッター 12 c が開かれて、ZnS-SiO<sub>2</sub> 上に Au 光学干渉膜が厚さ 100 Å で成膜され、RF 電源 16 が OFF にされて、シャッター

1 2 c が閉成された。

この通常プロセスで作製した第 2 RAM 層サンプルディスク 9 がスパッタ装置 3 0 から取り出された。上記説明から、このディスクの膜構造は、基板、AlCr ( 3 0 0 Å )、ZnS-SiO<sub>2</sub> ( 5 5 0 Å )、GeSbTe ( 1 0 0 Å )、ZnS-SiO<sub>2</sub> ( 1 0 4 0 Å )、Au ( 1 0 0 Å ) となっている。この第 2 RAM 層ディスクも図示しない初期結晶化装置にかけて、ディスク全面が結晶化された後に、波長 4 1 0 nm の半導体レーザーで反射率が測定された。この測定では、結晶からの反射率は 1 3 % であった。

全く同様にして同じ第 2 RAM 層ディスクをもう 1 枚作製された。上記実施例で作製した第 2 RAM 層ディスクと第 1 RAM 層ディスクとが UV 硬化樹脂を用いて、図 8 に示すような片面 2 層 RAM ディスクとなるように貼り合わされた。UV 硬化樹脂は、図示しないスピナーによって、第 1 RAM 層ディスクの ZnS-SiO<sub>2</sub> 膜上に 4 0 μm の厚さに全面均一に塗布されて、その後、第 2 RAM 層ディスクの Au 干渉膜側が UV 樹脂に接するように重ね合わされて、その後、第 1 RAM 層ディスクの基板側から 8 0 0 W の UV 光が 2 0 秒間照射されて、UV 樹脂が硬化された。

第 1 RAM 層ディスク、第 2 RAM 層ディスクは、共にそれぞれ 2 枚作製したので、同じ貼り合わせを行った結果、片面 2 層 RAM ディスクは、2 枚作成できた。上記、試作した相変化光ディスクサンプルを図 1 2 に示す光ディスクドライブ装置にかけて、性能を評価した。

まず、図 1 2 の光ディスクドライブ装置の説明をする。サンプルディスク 3 1 は、スピンドルモータ 3 2 によって、所定の回転数にまで回転される。今回、片面 2 層 DVD-RAM を想定しているので、ディスク 3 1 と光学ヘッド 3 3 の相対速度が  $8.2 \text{ m/s}$  が一定となるように、ディスクの半径位置で回転数が逐次変化される線速度一定方式とした。入力装置 3 6 から所定の信号が入力され、変調回路 3 5 によって、例えば DVD-RAM の場合  $8/16$  変調で 1,0 の信号にデジタル化される。変調されたデジタル信号は、レーザドライバ 3 7 へ送られ、光学ヘッドのレーザをオン、オフすることで、ディスクサンプル 3 1 上にデータが書き込まれた。ここで、青色の半導体レーザはまだ市販されているものは無いので、波長  $414 \text{ nm}$  の Ar ガスレーザが半導体青色レーザに代えて設けられている。また、対物レンズの NA は、 $0.65$  のものが用いられている。相変化光ディスクの場合、図 1 3 に示すごとく、記録したい部分に対しては、レーザパワーは、高くして（パワー  $P_w$  で）記録膜が熔融急冷されてアモルファスに変化させた。また、データを消去したい部分に対しては、レーザパワーを中位（レーザパワー  $P_e$ ）にして記録膜の消去部分が結晶化温度以上に上昇されて結晶化させた。ここで、レーザパワー  $P_r$  は、再生時の再生パワーである。サンプルディスクに書き込まれたデータ（アモルファスのマーク）は、回りの結晶部分とは、再生時の反射率が異なるので、弱い一定のパワーディスクを走査すると反射光量の差として信号を検出することができる。再生された信号は、プリアンプ 3 8

で増幅され、2値化回路39でアナログ信号が1,0のデジタル信号になり、更に復調回路40で8/16変調に基づき復調されアナログ信号として出力装置41に出力される。図12中、43は、サーボ制御系で、レーザによる記録時にレーザドライバ37を制御したり、また、記録・再生時に例えば、リニアモータ34は、制御系を介してリニアモータ駆動制御系46により、所定の半径位置にアクセスする。又、フォーカス駆動制御系44やトラック駆動制御系45を介して光学ヘッド33に具備された対物レンズアクチュエータを制御して、記録・再生時にディスクの面振れやトラックの偏心に追従するように制御する。

次にサンプルディスクの評価方法について説明する。片面2層RAMディスクの第1及び2層とも1面が12GBのユーザ容量とするためには、前述したように、線密度で1.6倍にまで記録密度を詰める必要がある。トラックピッチは、既に $0.375\mu\text{m}$ に設定してあるので、ビットピッチの同じだけ詰める。4.7GB/面のビットピッチは、 $0.28\mu\text{m}$ であるから、 $0.175\mu\text{m}$ で記録する必要がある。後に再生C/N比 (Carrier to Noise Ratio) を測定する都合上、最短マークの3Tのみを形成するためには、周波数20.8MHzのデューティ50%で記録すれば良い。記録後の再生時にスペクトラムアナライザでC/N比を測れば、その値によって再生信号の大きさを評価することができる。

評価時には、まず、1面の厚さが0.3mmのディスクを2面貼り合わせた厚さが概ね0.6mmのディスクの機械的

強度を調べるため、このドライブ装置にかけて外周において面振れ（ $8.2 \text{ m/s}$ の線速で回転させた時の面振れ加速度）に追従してフォーカスサーボがかかるかどうかで1次判定とした。実際、厚さ $0.6 \text{ mm}$ の片面2層RAMディスクは、内周側ではフォーカスサーボがかかったが、外周ではサーボがかからなかった。

次に、この片面2層RAMディスクを2枚、第2RAM層ディスクが内側となる様に貼り合わせた。この場合、UV硬化樹脂の接着剤では、塗布後UV光が接着剤に届かなくなるため、接着は両面テープを用いた。この様に作製した片面2層RAM、両面4層RAMディスクの総厚は、概ね $1.2 \text{ mm}$ になったことは言うまでもない。この4層ディスクについて、まずは一方の片面2層RAMの第1RAM層ディスク及び第2RAM層ディスクの焦点を合わせて、サーボをかけた。その結果、第1RAM層ディスク、第2RAM層ディスクは、共にすぐにサーボがかかった。従って、両面、 $1.2 \text{ mm}$ 厚のディスクの機械的強度は予定どおり問題無いことが判明した。次に、 $20.8 \text{ MHz}$ デューティ比 $50\%$ で記録し、 $1 \text{ mW}$ の再生光で記録した信号を再生し、 $C/N$ 比を測定した所、第1RAM層ディスク、第2RAM層ディスク共に、記録のパワー $P_w$ が $8 \text{ mW}$ 、消去のパワー $P_e$ が $4 \text{ mW}$ に設定されて、記録したところ、再生 $C/N$ 比はともに $53 \text{ dB}$ であった。面をひっくり返して、もう片面の2層ディスクに関しても同じ最短マークを記録して、再生 $C/N$ 比を測定したが、結果は同じであった。

本発明の相変化型光ディスクの実施例では、レーザ波長として410nmの青色を用いて、基板厚さを0.3mm、対物レンズのNAを0.65の場合について説明したが、波長が410nmのレーザを用い、対物レンズのNAとして製造が比較的容易で、安価に入手可能な0.60から0.75に設定し、且つ、コマ収差を現行のDVD-RAM程度に押さえるように基板厚さを0.2mmから0.4mmに設定すれば、大容量化が可能で且つ、片面2層RAM化した時に4枚貼り合わせることで、十分な機械的精度も得ることは容易に類推できる。

また、本発明では、書き換え可能な記録媒体として非晶質と結晶とで可逆的に相変化する相変化記録膜を用いて実施例で説明したが、記録媒体はこれに限ること無く例えば、光磁気型の記録膜であっても全く同様の効果が期待できることは言うまでも無い。

#### 産業上の利用可能性

本発明の実施例に係る光ディスクは、透明基板の厚みが0.2mmから0.4mmの範囲から選定され、透明基板を透過する光ビームの波長が400～420nmの範囲から選定され、光ビームを収束させるための対物レンズの開口数が0.60～0.75の範囲から選定される、ディスク表面の汚損に対する信号再生特性の劣化が少なく、さらに対物レンズ。従って、部品コスト、この対物レンズを用いて光学ヘッドを製造する際の組立てコストが高くはならず、また、対物レンズの信頼性を確保しやすく、作動距離が十分に確保できることとなる。



本発明の相変化型光ディスクの他の実施例によれば、レーザ波長として 410 nm の青色を用いて、基板厚さを 0.3 mm、対物レンズの NA を 0.65 の場合について説明したが、波長が 410 nm のレーザを用い、対物レンズの NA として製造が比較的容易で、安価に入手可能な 0.60 から 0.75 に設定し、且つ、コマ収差を現行の DVD-RAM 程度に押さえるように基板厚さを 0.2 mm から 0.4 mm に設定すれば、大容量化が可能で且つ、片面 2 層 RAM 化した時に 4 枚貼り合わせることで、十分な機械的精度も得ることができる。

## 請 求 の 範 囲

(1) 開口数が0.60～0.75内に定められた対物レンズで集束され、波長が400～420nmの範囲から選定された光ビームが照射される透明基板であって厚さが0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている透明基板と、  
この透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層と、  
から構成されている光ディスク。

(2) 開口数が0.60～0.75内に定められた対物レンズで集束され、略410nm近傍の青色波長を有する光ビームが照射される透明基板であって厚さが0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている透明基板と、

この透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが記録され、或いは、記録されたデータが消去される記録層と、

から構成されている光ディスク。

(3) 光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第1の記録膜と、

この第1の記録膜が形成され、0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている厚さを有する第1の透明基板と、

前記410nm近傍の青色波長を有する光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第2の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第1の透明基板が向けられるよう

に前記第 1 の記録膜を配置し、前記第 1 の透明基板及び第 1 の記録膜を通過した光ビームが前記第 2 の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第 1 の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクにおいて、

0.60 から 0.75 の範囲から選定された開口数を有する対物レンズによって前記入射側から前記光ビームが第 1 及び第 2 の相変化記録膜の一方に集光されてその記録膜へのデータの記録、消去並びに再生が可能な片面 2 層の相変化型光ディスク。

(4) 厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層を具備する光ディスクからデータを再生する方法であって、

波長が 400 ~ 420 nm の範囲から選定された光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法。

(5) 光ビームが照射される透明基板であって厚さが 0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが記録され、或いは、記録されたデータが消去される記

録層から構成される光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生方法において、

略 4 1 0 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法。

(6) 光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第 1 の記録膜と、

この第 1 の記録膜が形成され、0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている厚さを有する第 1 の透明基板と、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第 2 の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第 1 の透明基板が向けられるように前記第 1 の記録膜を配置し、前記第 1 の透明基板及び第 1 の記録膜を通過した光ビームが前記第 2 の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第 1 の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生方法において、

略 4 1 0 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する工程と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで

前記入射側から前記光ビームを第1及び第2の相変化記録膜の一方に集光する工程と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する工程と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生方法。

(7) 厚さが0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であって前記透明基板を透過した光ビームで検索される記録層を具備する光ディスクからデータを再生する装置であって、

波長が400～420nmの範囲から選定された光ビームを発生する手段と、

開口数が0.60～0.75内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する手段と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する手段と、

から構成されるデータを再生する再生装置。

(8) 光ビームが照射される透明基板であって厚さが0.2mmから0.4mmの範囲内に定められている透明基板及びこの透明基板上に形成されている記録層であってこの透明基板を透過した光ビームで検索されてデータが再生され、データが記録され、或いは、記録されたデータが消去される記録層から構成される光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生装置において、

略410近傍の青色波長を有する光ビームを発生する手段と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズでこの光ビームを前記記録膜に集光する手段と、及びこの記録膜からの光ビームを処理する手段と、から構成される光ディスクからデータを再生する再生装置。

(9) 光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第 1 の記録膜と、

この第 1 の記録膜が形成され、0.2 mm から 0.4 mm の範囲内に定められている厚さを有する第 1 の透明基板と、

光ビームの照射によってアモルファスと結晶との間で可逆的に相変化する相変化型の第 2 の記録膜と、

光ビームの入射側に前記第 1 の透明基板が向けられるように前記第 1 の記録膜を配置し、前記第 1 の透明基板及び第 1 の記録膜を通過した光ビームが前記第 2 の記録膜に照射されるように両者を接合する所定厚さの第 1 の接着層と、

から構成される相変化型光ディスクからデータを再生し、また、この光ディスクにデータを記録し、また、データを消去する再生装置において、

略 410 近傍の青色波長を有する光ビームを発生する手段と、

開口数が 0.60 ~ 0.75 内に定められた対物レンズで前記入射側から前記光ビームを第 1 及び第 2 の相変化記録膜の一方に集光する手段と、及び

この記録膜からの光ビームを処理する手段と、

から構成される光ディスクからデータを再生する再生装置。

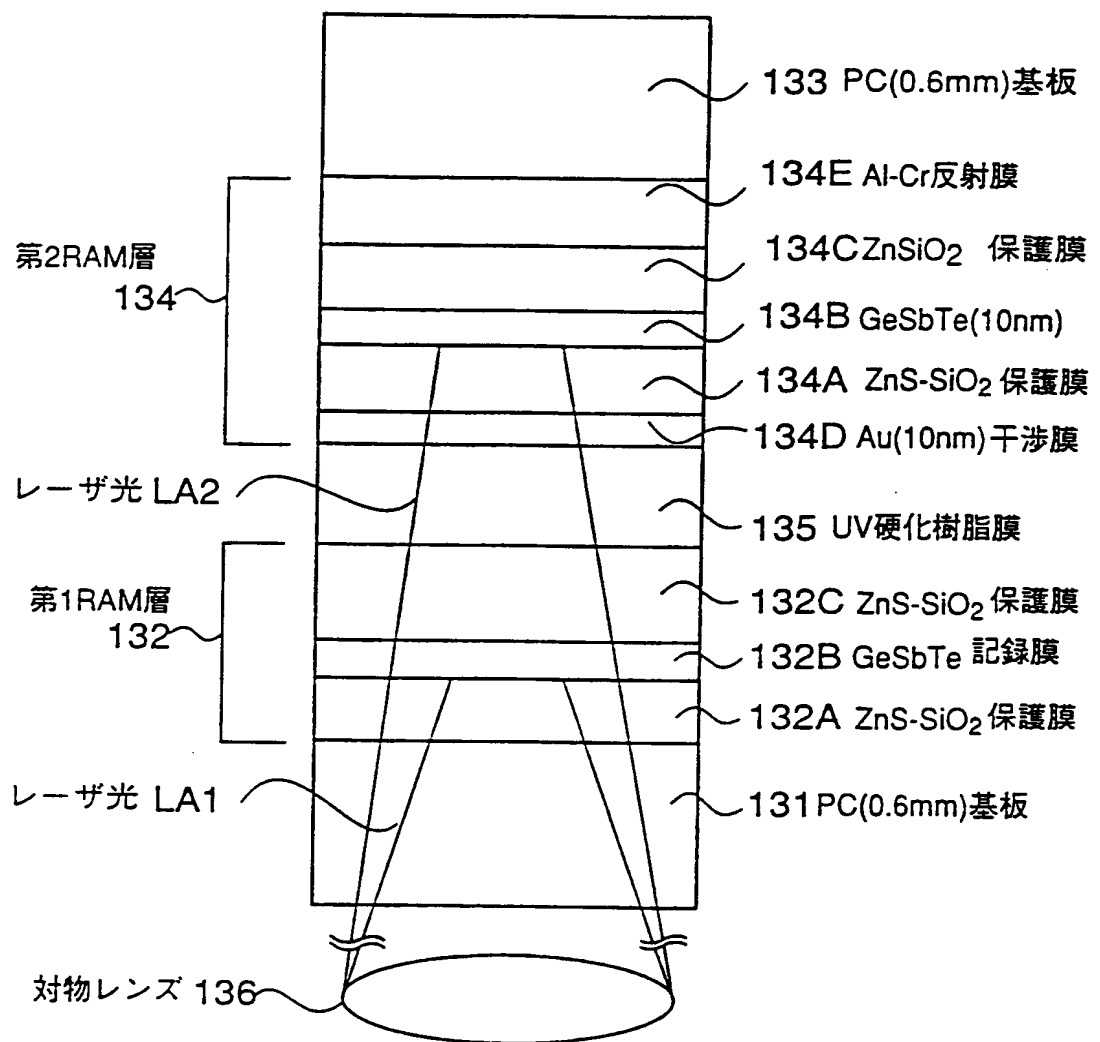
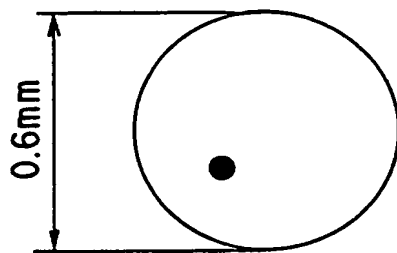


FIG. 1

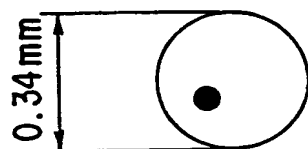
2/8

FIG. 2A



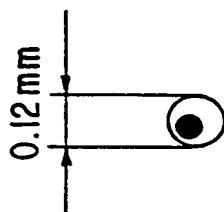
開口数 (NA) = 0.60  
透明基板厚み ( $t$ ) = 0.6 mm

FIG. 2B



NA = 0.65  
 $t$  = 0.3 mm

FIG. 2C



NA = 0.85  
 $t$  = 0.1 mm

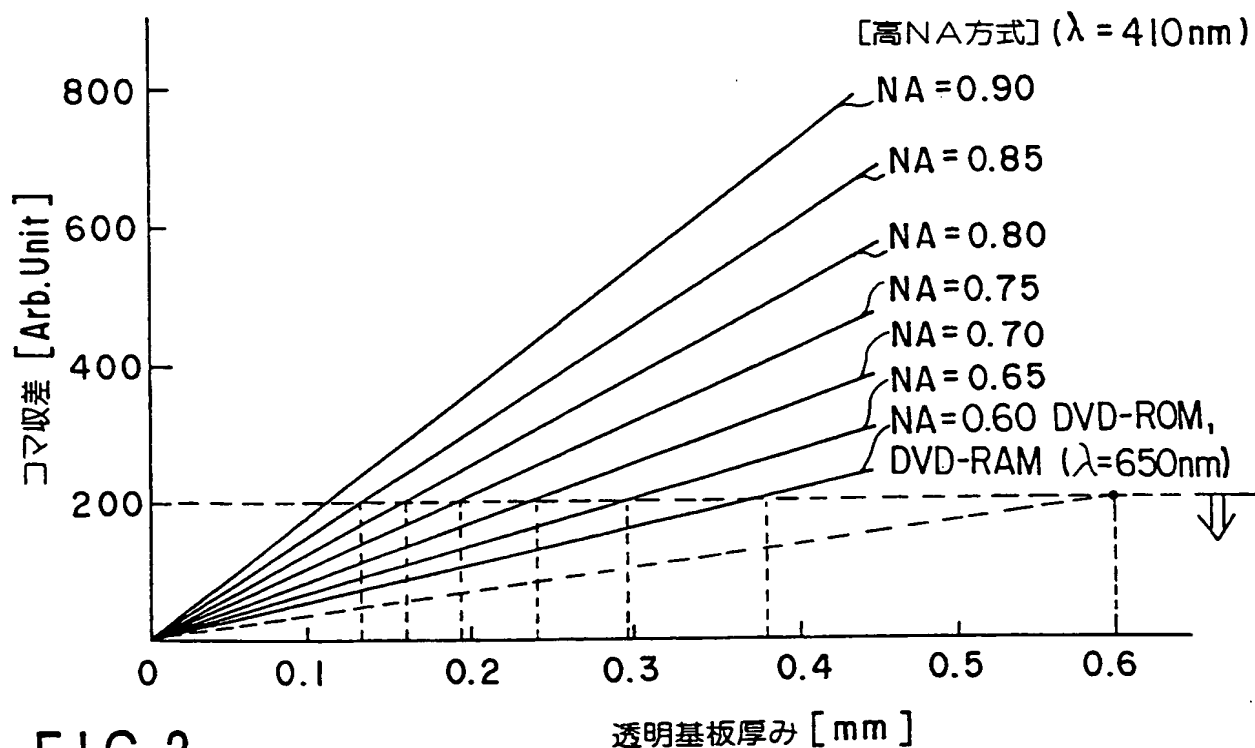


FIG. 3



3/8

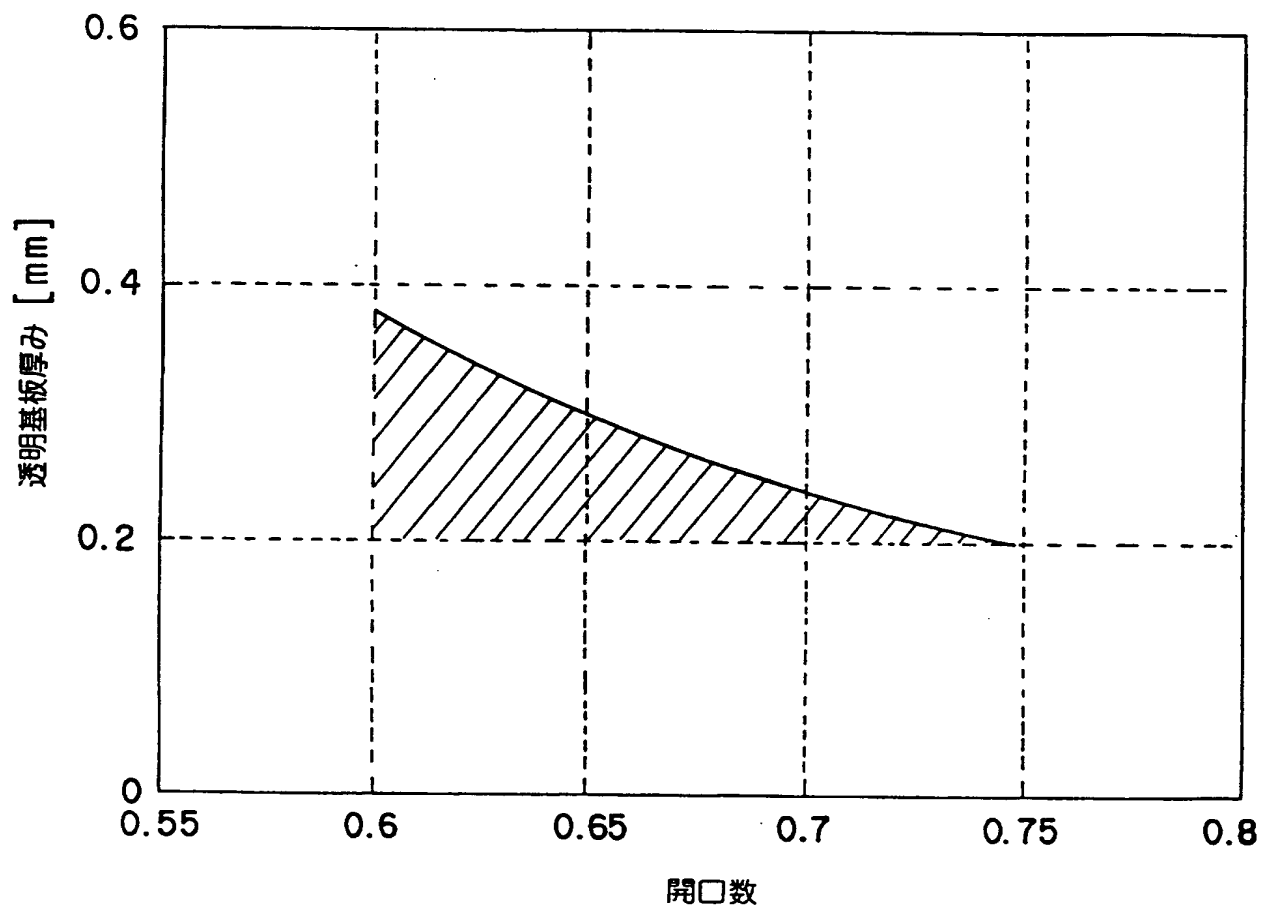


FIG. 4

4/8

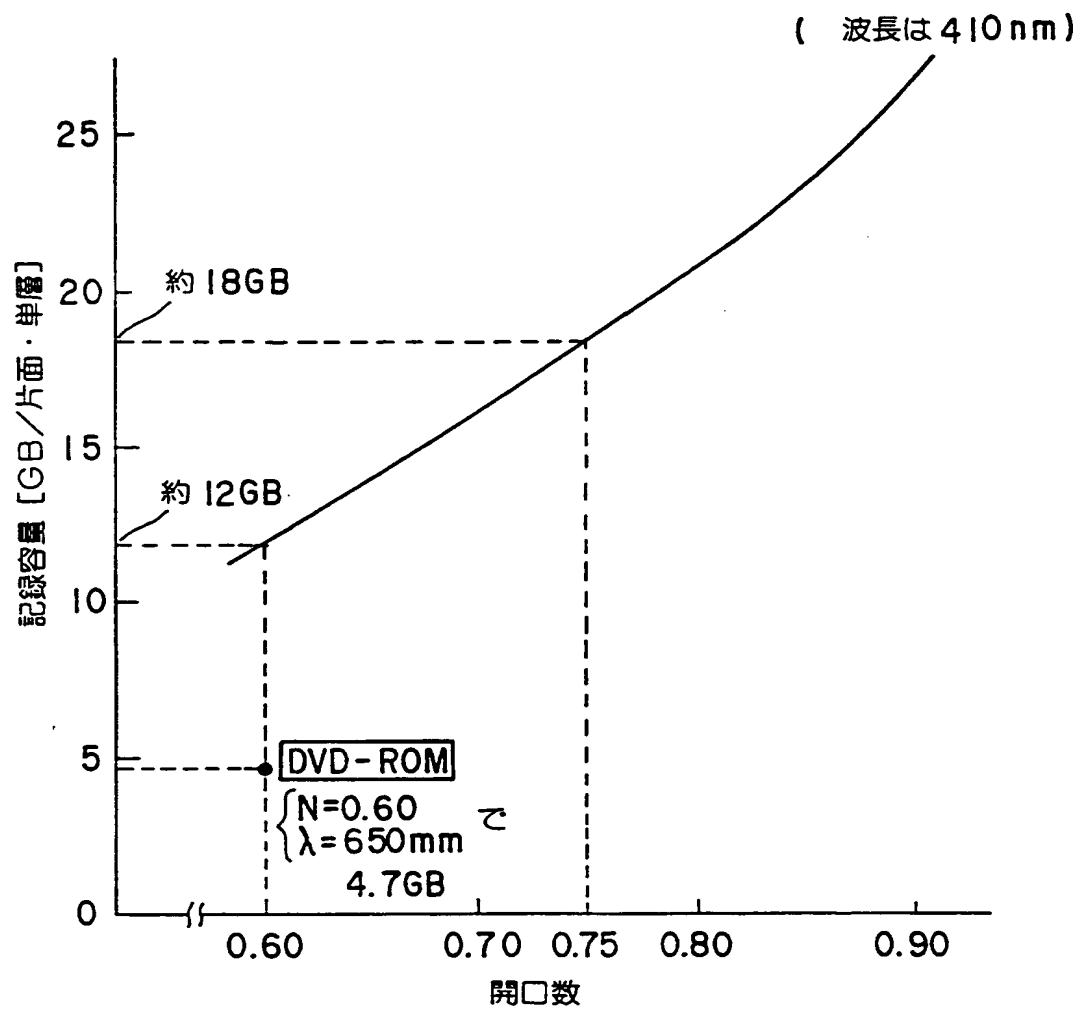


FIG. 5

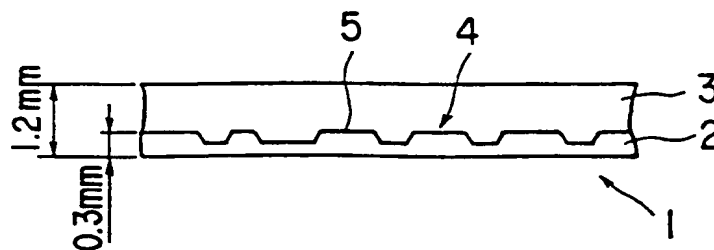


FIG. 6

5/8

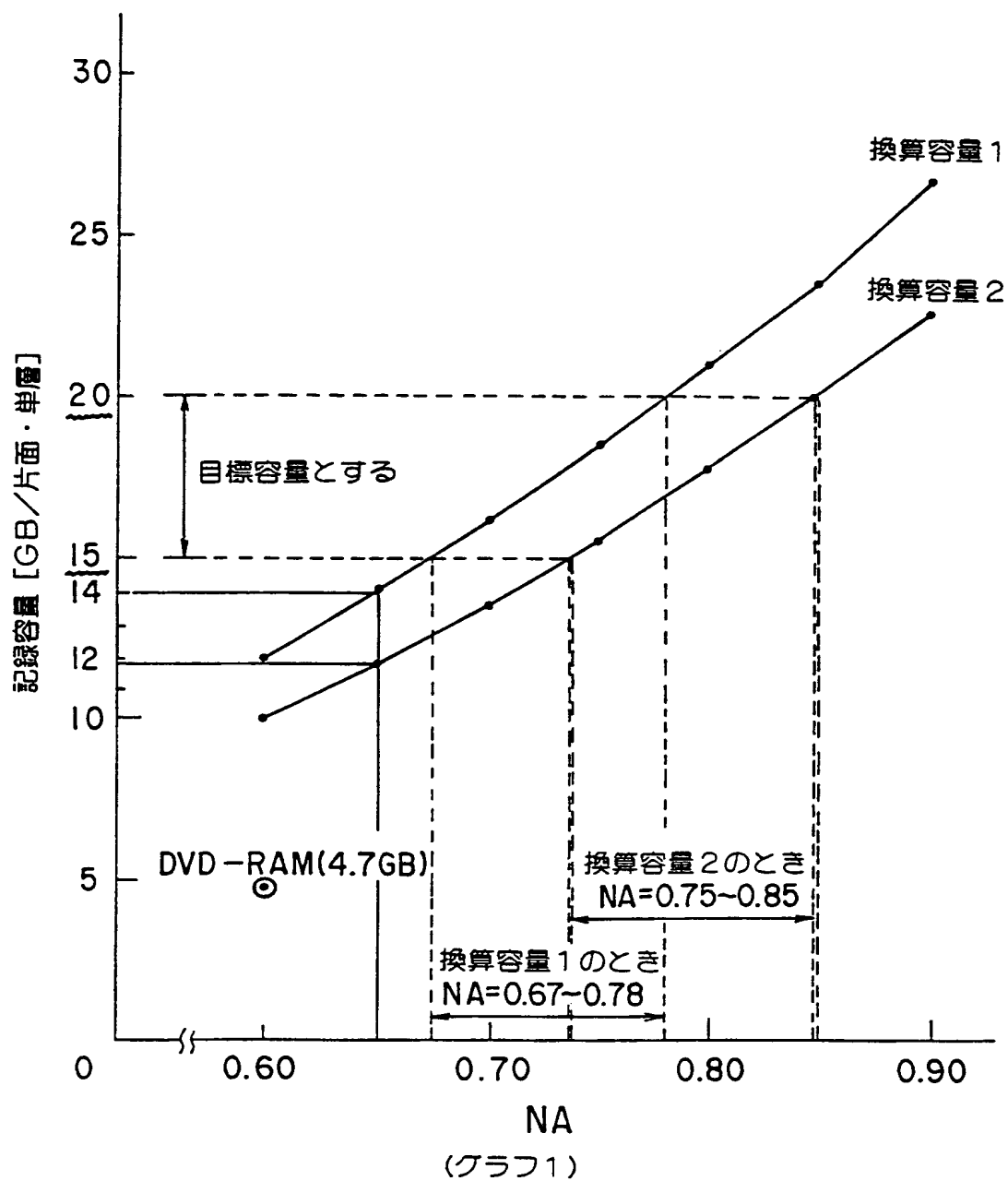


FIG. 7

6/8

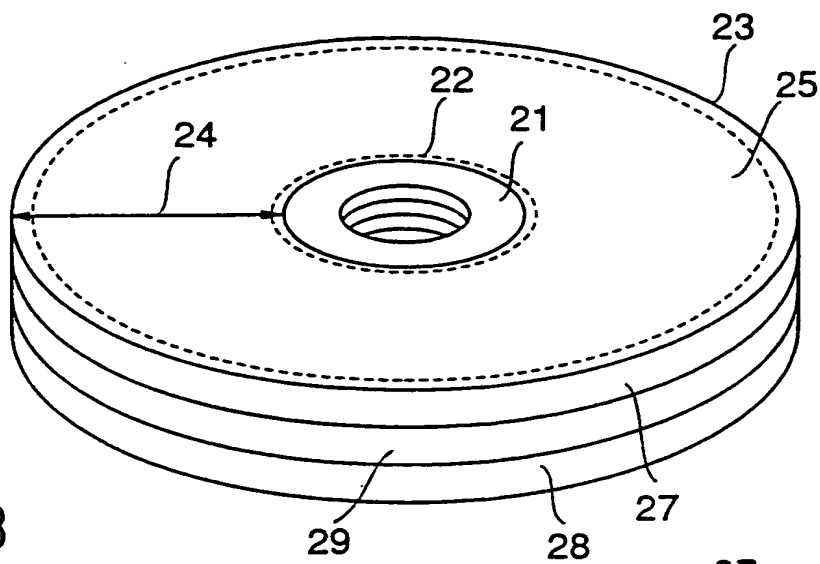


FIG. 8

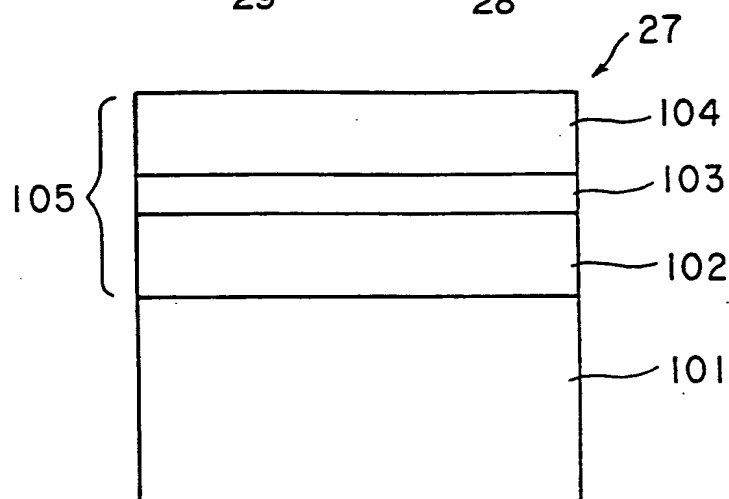


FIG. 9

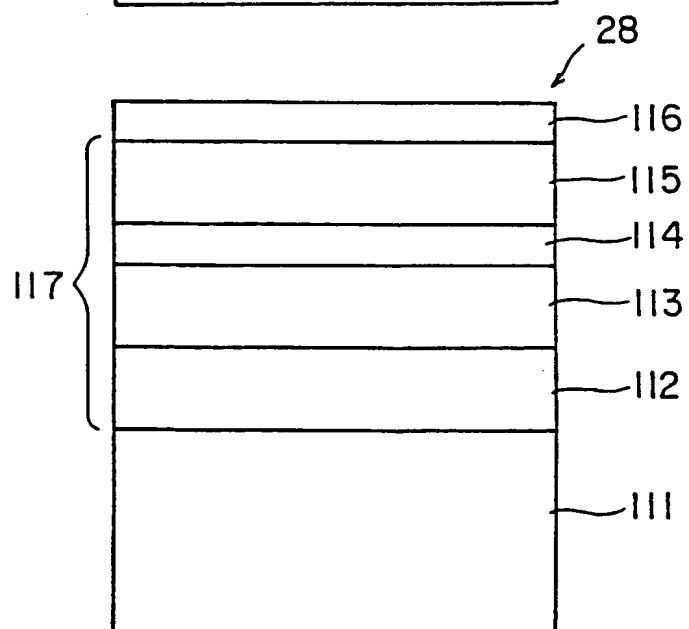


FIG. 10

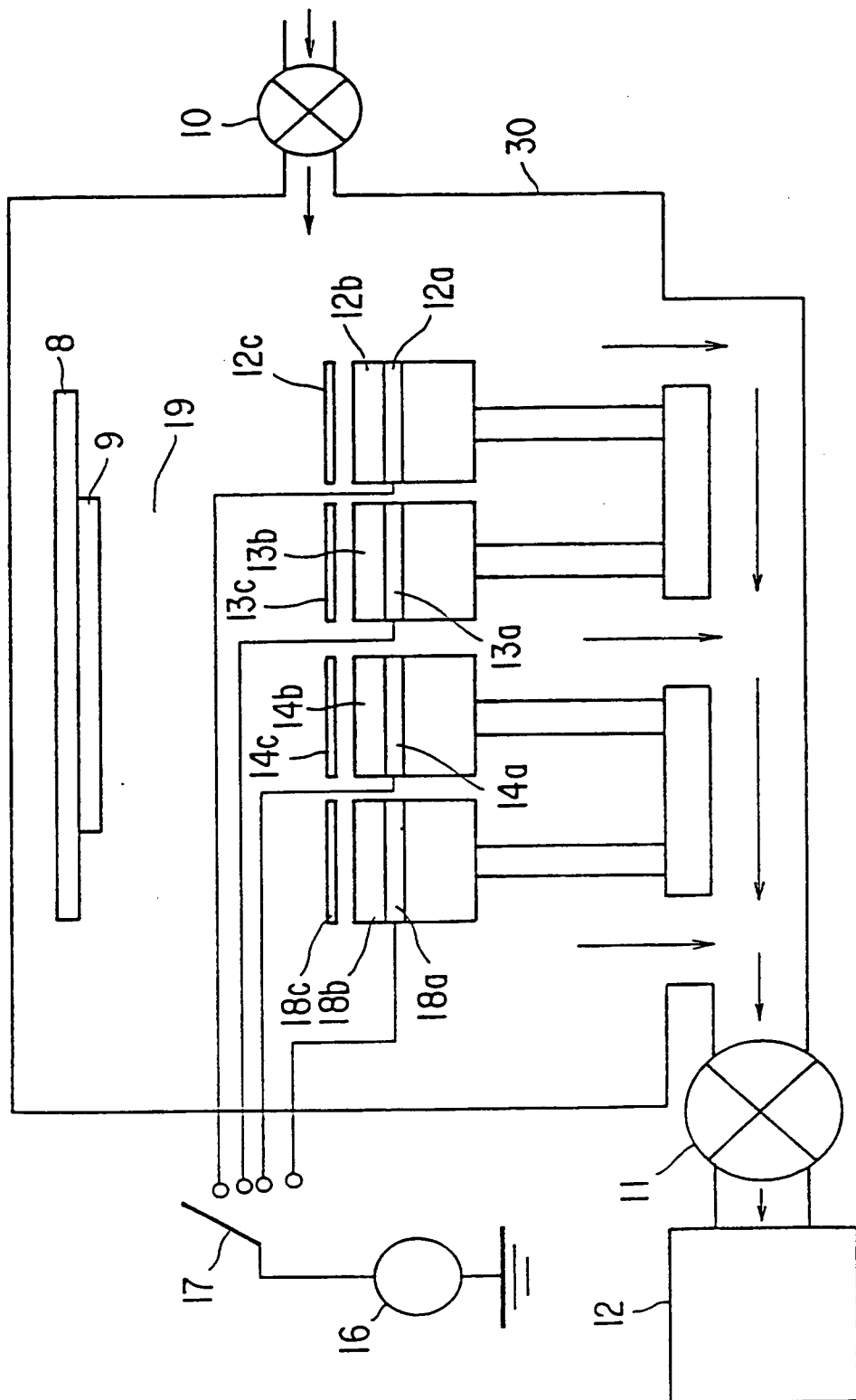


FIG.11

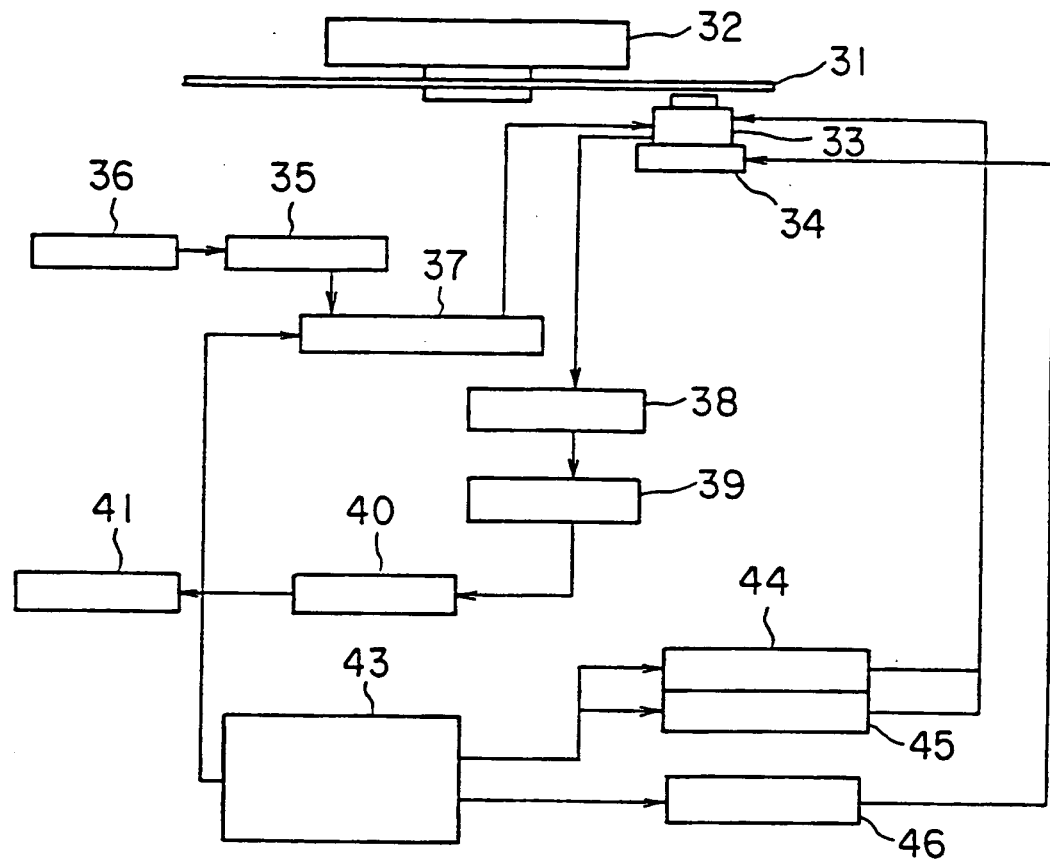


FIG. 12

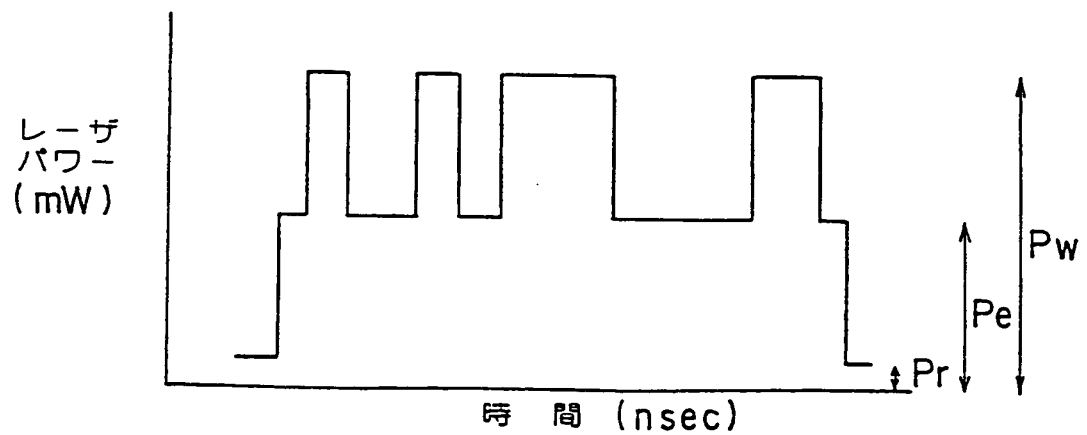


FIG. 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/004, G11B7/24, G11B7/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/00-7/013, G11B7/24, G11B7/135

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Youri V. Martynov et al : "High Numerical Aperture Optical Recording: Active Tilt Correction or Thin Cover layer?", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> , Vol. 38, Part 1, No. 3B, March 1999, pages 1786-1792, Japan Full text	1-6
Y	YAMAMOTO K. et al : "0.8-Numerical-Aperture Two-Element Objective Lens for the Optical Disk", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> , Vo. 36, Part 1, No. 1B, January 1997, pages 456-459, Japan	1-6
X	EP, 867873, A (SONY CORP), 30 September, 1998 (30.09.98), Full text & JP, 10-326435, A & US, 6023451, A	1-6
X	JP, 11-25490, A (Toshiba Corporation), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 November, 2000 (24.11.00)

Date of mailing of the international search report  
05 December, 2000 (05.12.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/05932

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/004, G11B7/24, G11B7/135

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/00-7/013, G11B7/24, G11B7/135

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	Youri V. Martynov et al: "High Numerical Aperture Optical Recording: Active Tilt Correction or Thin Cover layer?", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, Part 1, No. 3B, March 1999, pages 1786-1792, Japan 全文参照。	1-6
Y	YAMAMOTO K. et al: "0.8-Numerical-Aperture Two-Element Objective Lens for the Optical Disk", Japanese Journal of Applied Physics, Vo. 36, Part 1, No. 1B, January 1997, pages 456-459, Japan	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 11. 00

国際調査報告の発送日

05.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

殿川 雅也



5D

9646

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP, 867873, A (SONY CORP) 30. 9月. 1998 (30. 09. 98) 全文 & JP, 10-326435, A & US, 6023451, A	1-6
X	JP, 11-25490, A (株式会社東芝) 29. 1月. 1999 (29. 01. 99) 全文 (ファミリー無し)	1-6

